

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт  
«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Г. Н. Чистяков  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу г. Абакан, ул.  
Ярыгина, д. 21  
тема

|                 |               |                                  |                      |
|-----------------|---------------|----------------------------------|----------------------|
| Руководитель    | _____         | <u>доцент кафедры ЭЭ, к.т.н.</u> | <u>А.В.Коловский</u> |
|                 | подпись, дата | должность, ученая степень        | инициалы, фамилия    |
| Выпускник       | _____         |                                  | <u>Р.Р. Сабитов</u>  |
|                 | подпись, дата |                                  | инициалы, фамилия    |
| Нормоконтроллер | _____         |                                  | <u>И.А. Кычакова</u> |
|                 | подпись, дата |                                  | инициалы, фамилия    |

Абакан 2019

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –  
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»  
институт

«Электроэнергетика»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Г.Н. Чистяков

подпись                      инициалы, фамилия

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту \_\_\_\_\_ Сабитову Руслану Рафаэлевичу  
(фамилия, имя, отчество)  
Группа ХЭн 15-01 (15-1) Направление 13.03.02  
(код)  
\_\_\_\_\_ Электроэнергетика и электротехника  
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу г. Абакан, ул. Ярыгина, д. 21

Утверждена приказом по институту № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Руководитель ВКР Коловский А. В., доцент кафедры «Электроэнергетика»  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР план многоквартирного жилого дома с экспликацией помещений, ведомость силового оборудования общего пользования.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

1 Теоретическая часть

- 1.1 Нормативные требования к электроснабжению жилых и общественных зданий
- 1.2 Характеристика объекта проектирования
- 1.3 Обзор методик расчета электрических нагрузок

2 Аналитическая часть

- 2.1 Светотехнический расчет системы освещения нежилых и общедомовых помещений.
- 2.2 Расчет силовой нагрузки ВРУ нежилых помещений
- 2.3 Расчет нагрузки ВРУ жилого дома
- 2.4 Электротехнический расчет системы освещения.
- 2.5 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок распределительных щитов и этажных щитков
- 2.6 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам
- 2.7 Расчет нагрузки потребителей I категории и выбор устройства АВР

3 Практическая часть. Проектирование электроснабжения жилого дома

- 3.1 Выбор коммутационных аппаратов
- 3.2 Выбор кабельно-проводниковой продукции
- 3.3 Выбор электрических щитов, счетчиков и прочих электрических устройств
- 3.4 Проверка по допустимым потерям напряжения в силовой и осветительных сетях
- 3.5 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

Перечень обязательных листов графической части

- 1 Планы электроосвещения блок-секции цокольного и первого этажей
- 2 Планы силовых сетей блок-секции цокольного и первого этажей
- 3 Однолинейная схема электроснабжения

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_ / А. В. Коловский  
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ / Р. Р. Сабитов  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу г. Абакан, ул. Ярыгина, д. 21» содержит 73 страницы текстового документа, 25 использованных источников, 3 листа графического материала.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА, ОСВЕЩЕНИЕ, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ЖИЛОЙ ДОМ, КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ.

Объект проектирования – электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу г. Абакан, ул. Ярыгина, д. 21.

Основной целью разработки схемы электроснабжения является обеспечение электроэнергией надлежащего качества с учетом возможности роста электропотребления. Основная задача – разработать схему электроснабжения таким образом, чтобы она соответствовала современным требованиям.

В процессе проектирования электроприемники были разбиты на группы. Так как на цокольном и первом этажах предполагается расположение офисов и магазинов, то для него выбрано отдельное ВРУ. Электроприемники относящиеся к I категории запитаны от отдельного ВРУ, снабженного устройством АВР.

Также рассчитаны электрические нагрузки для каждого силового пункта и отходящей линии, затем были выбраны марки и сечения кабелей и аппаратов защиты. Проверка оборудования по токам короткого замыкания показала правильность выбора аппаратов защиты. В результате выполнения ВКР разработана система электроснабжения, соответствующая современным требованиям.

## ABSTRACT

Final qualification work on the subject "Power Supply of an Apartment House to the Address Abakan, Yarygin St., 21" contains 73 pages of the text document, 25 used sources, 3 sheets of graphic material.

POWER SUPPLY, ELECTRIC LOAD, LIGHTING, EQUIPMENT  
SELECTION, HOUSE, SHORT CIRCUIT.

Subject to design – power supply of an apartment house to the address Abakan, Yarygin St., 21.

Main objective of development of the scheme of power supply is electricity supply of appropriate quality taking into account a possibility of growth of a power consumption. The main objective – to develop the scheme of power supply so that it conformed to modern requirements.

In a designing process electroreceivers were broken into groups. As on socle and first floors the location of offices and shops is supposed, for it separate is chosen I LIE. The electroreceivers belonging to the I category are powered from separate I LIE, supplied with the AVR device.

Electric loads for each power point and the departing line are also calculated, then brands and sections of cables and devices of protection were chosen. Check of the equipment on currents of a short замыкание showed correctness of the choice of devices of protection. As a result of performance of VKR the power supply system conforming to modern requirements is developed.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 7  |
| 1 Теоретическая часть.....   | 8  |
| 1.1 Нормативные требования к электроснабжению жилых и общественных зданий.....                           | 8  |
| 1.2 Характеристика объекта проектирования.....   | 9  |
| 1.3 Обзор методик расчета электрических нагрузок.....  | 12 |
| 2 Аналитическая часть.....   | 14 |
| 2.1 Светотехнический расчет системы освещения нежилых и общедомовых помещений.....                       | 14 |
| 2.2 Расчет силовой нагрузки ВРУ нежилых помещений.....   | 25 |
| 2.3 Расчет нагрузки ВРУ жилого дома. ....  | 28 |
| 2.4 Электротехнический расчет системы освещени.....  | 29 |
| 2.5 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок распределительных щитов и этажных щитов..... | 37 |
| 2.6 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам....                                     | 45 |
| 2.7 Расчет нагрузки потребителей I категории и выбор ВРУ с АВР.....                                      | 46 |
| 3 Практическая часть. Проектирование электроснабжения жилого дома.....                                   | 45 |
| 3.1 Выбор коммуникационных аппаратов.....  | 45 |
| 3.2 Выбор кабельно-проводниковой продукции.....  | 54 |
| 3.3 Выбор электрических щитов, счетчиков и прочих электрических устройств.....                           | 60 |
| 3.4 Проверка по допустимым потерям напряжения в силовой и осветительных сетях .....                      | 62 |
| 3.5 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....   | 66 |
| Заключение.....  | 70 |
| Список использованных источников.....  | 71 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Проектирование электроснабжения жилых домов требует к себе самого серьёзного подхода. Количество и мощности используемых в электросети приборов постоянно растёт, как и желание жильцов чувствовать себя в комфорте и удобстве, ведь электроснабжение сегодня это не только освещение, но и залог нормального функционирования всех прочих систем жизнеобеспечения. Поэтому все проектные работы должны производиться только специалистами, которые могут гарантировать не только надлежащие условия эксплуатации здания, но и его безопасность.

Помимо функционирования электрических систем в непосредственно жилых помещениях, важную роль в проектировании электроснабжении играют лифты, системы вентиляции, дымоудаления и подъёмники. Без хорошей работы этого оборудования нормальная жизнь в таких зданиях просто невозможна

В современных условиях в жилых зданиях, помимо собственно жилой зоны, размещается и множество помещений общественного назначения – магазины, предприятия общественного питания, развлекательные центры и пр. В этих условиях очень сложно развести множество кабелей, питающих эти объекты. Таким образом, необходимо обратить внимание архитекторов на то, что уже на стадии проектирования эти требования должны быть учтены и должны быть выделены необходимые площади для размещения электрооборудования.

## **1. Теоретическая часть**

### **1.1 Нормативные требования к электроснабжению жилых и общественных зданий**

Электроснабжение жилого дома предусматривается на напряжение 380 / 220 В по I, II категории электроснабжения согласно СП 31.110.2003.

Электроснабжение жилого дома и встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, расположенный по адресу: г. Абакан, ул. Ярыгина, 21 ( III очередь строительства по ул. Кирова 120 ) выполнить согласно ТУ № Э - 1302, выданных МП « Абаканские Электрические Сети » от 28.11.2012 г от существующей ТП ТП2х1000 (выполненной по проекту № 42-13-ТКР от 06.13 ООО «Сибирь Энергосервис») двумя взаиморезервируемыми кабелями: для жилого дома - АВБбШв 4 х 185, а для нежилых помещений - АВБбШв 4 х 70. Принятая схема электроснабжения выбрана согласно СП 31 - 110 - 2003 табл.5.1 и ПУЭ п.1.2.19, п.1.2.20.

Количество квартир на данном вводе - 88, для жилья:  $P_{\max} = 174$  кВт,  $I_{\max} = 294$  А, для нежилых помещений:  $P_{\max} = 60$  кВт,  $I_{\max} = 114$  А.

Согласно СП 31 - 110 - 2003 табл.5.1 электроприёмники противопожарных устройств, лифты, аварийное освещение жилого дома относятся к потребителям I категории, а остальные электроприёмники - к потребителям II категории.

Показатели и нормы качества электрической энергии в точке подключения должны соответствовать требованиям ГОСТ 54149 - 2010.

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.



Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Подключение и все работы в проектируемой ТП согласовать с МП АЭС и с владельцем ТП .

Кабели проложить в траншее на глубине 0,7 м (по ТП А 5 - 92. При пересечении кабелями проезда, кабели защитить асбоцементной трубой (по ТП А 5 - 92 )

Кабели выбраны по допустимой нагрузке и проверены по потере напряжения и по току отключения однофазного к.з. Трассу кабелей согласовать с Департаментом ГАЗ и со всеми заинтересованными организациями.

## **1.2 Характеристика объекта проектирования**

Данный объект выполнен на основании задания заказчика и на основании архитектурных и сан. технических чертежей и в соответствии с требованиями действующих нормативных и руководящих материалов.

В данном проекте рассматриваются вопросы систем связи жилого дома с встроенно-пристроенными нежилыми помещениями, расположенный по адресу: г.Абакан, ул.Ярыгина, 21 (III очередь строительства по ул.Кирова120).

Здание каркасное монолитное. Стены – пенобетонные блоки, перегородки – металлоконструкции, обшитые гипсокартоном. Перекрытие монолитные с профилями и диафрагмами.

При проектировании систем связи применялись следующие нормативные документы:

-СП 133.13330.2012 Сети проводного вещания и оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования.

-СП 134.13330.2012 Системы электросвязи зданий и сооружений. Основные положения проектирования.

-ДЭБ2.356.002ПС Устройство связи сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий.

-ВСН 60-89 Устройство связи сигнализации и диспетчеризации инженерного оборудования жилых и общественных зданий.

-ГОСТ 21.603-80 СПДС. Связь и сигнализация. Рабочие чертежи. -ЭС-5-4127 от 14.12.87г. «О внедрении переговорно-замочных устройств»

-ПУЭ Правила устройства электроустановок

### Радиофикация

Прокладку и проектирование внешней ВОЛС до проектируемого дома выполняет ООО «Сеть».

Для присоединения внутренней проводки к внешней сети радиотрансляции на кровле проектируемого жилого дома устанавливается радиостойка с абонентским трансформатором марки ТАМУ-10.

Магистральная проводка выполняется проводом ПТПЖ-2х1,2 в винипластовой трубе.

Телефонизация проектируемого жилого дома и нежилых помещений выполняется согласно справке по телефонизации исх. № 272, выданных ООО «Сеть» .

Прокладку и проектирование внешней ВОЛС до проектируемого дома выполняет ООО «Сеть».

Для выполнения телефонизации проектируемого здания в блок- секции на крыше в машинном помещении лифта устанавливается антивандальный телекоммуникационный монтажный настенный шкаф 19",14U.

Выполнить внутреннюю разводку от шкафа 19",14U до распределительного шкафа ШРН200/2, установленного на шестом этаже кабелем ОК-НРС-нг(А)-ТН-96х1ХG657/A2. Ввод телефонной сети в квартиры и в нежилые помещения производится от распределительных коробок,

установленных на каждом этаже, скрыто в закладных трубах кабелем ШОС-S7/3.0-SC/APC-SC/APS-40M-AC-1xG657.

Для вывода сигнала тревоги с прибора пожарной сигнализации выполнить присоединение прибора пожарной сигнализации к телефонной линии кабелем ШОС-S7/3.0-SC/APC-SC/APS-40M-AC-1xG657.

#### Телевидение

Для приёма телепередач на кровле проектируемого жилого дома устанавливаются телеантенны коллективного пользования типа АТКГ. В отсеках слаботочных устройств этажных щитков двенадцатого этажа устанавливаются усилители типа ОТУ3.2. -14. От усилителя к этажным распределительным устройствам сеть выполняется кабелем РК75-912 в винипластовой трубе.

От разветвительных устройств до коробок КСТ, устанавливаемых в прихожих квартирах и в нежилых помещениях проложить кабель РК75-4-15 в закладных трубах.

#### Домофонная связь

Раздел «Устройство домофонной связи» выполнен по просьбе заказчика.

Для устройств домофонной связи применено устройство «Визит». Устройство «Визит» предназначено для подачи сигнала вызова из подъезда в квартиру двусторонней связи «посетитель-житель», а также дистанционного открывания электрифицированного замка из любой квартиры. На входной двери подъезда предусмотрена возможность местного управления замком при помощи кодового устройства.

Устройство «Визит» позволяет осуществлять следующие функции:

1. Вызов квартирного абонента.
2. Акустический контроль посылки вызова.
3. Дуплексная громкоговорящая связь «Посетитель-житель или диспетчер»

4. Дистанционное (из квартиры) разблокирование защёлки электрифицированного замка на входной двери подъезда.

5. Местное разблокирование защёлки.

6. Выдача сигнала «открывания двери».

В комплект устройства «Визит» входит: блок вызова (БВ), который устанавливается на неподвижной створке двери, блок электроники (БЭ), который устанавливается на стене на высоте 1.8 м от пола, этажные коммутаторы (ЭК), устанавливаемые в слаботочном отсеке этажного электрического щитка, защёлка и ручка замка.

Соединительный кабель от БВ до БЭ прокладывать в металлорукаве на неподвижной створке двери вблизи дверных петель и вывести на стену с устройством петли из металлорукава кабелем. Монтаж БЭ производить в тамбуре жилого дома вблизи внутренней двери, на которой установлен замок.

Этажные коммутаторы (ЭК) монтировать в этажные щитки.

Кабели и провода домофонов разрешается прокладывать в закладных трубах совместно с телефонными и другими слаботочными кабелями.

### **1.3 Обзор методик расчета электрических нагрузок**

Расчет электрических нагрузок выполняется с целью правильного выбора сечений линий и распределительных устройств, коммутационных и защитных аппаратов, числа и мощности трансформаторов на разных уровнях системы электроснабжения. В зависимости от места определения расчетных нагрузок и необходимой точности расчет выполняется:

Методом упорядоченных диаграмм показателей графиков нагрузок (по средней мощности и коэффициенту максимума);

Основной метод расчета электрических нагрузок. По нему определяются максимальные ( $P_m$ ,  $Q_m$ ,  $S_m$ ) расчетные нагрузки группы электроприемников. Для этого в пределах расчетного узла выделяют группу ЭП с переменным

(группа А) и группу ЭП с практически постоянным графиком нагрузок (группа Б).

По установленной мощности и коэффициенту спроса;

В упрощенном виде: Основная расчетная формула имеет вид:  $P_p = K_c \cdot P_{уст}$ ;  $Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi$ ,

где  $P_{уст}$  — суммарная установленная мощность электроприемников потребителя;  $K_c$  — коэффициент спроса установленной мощности потребителя;  $\operatorname{tg} \varphi$  — коэффициент реактивной мощности потребителя.

Значения  $K_c$  и  $\operatorname{tg} \varphi$  для различных потребителей приводятся в справочниках. Данный метод может применяться при определении расчетных нагрузок цехов и предприятия в целом.

- по средней мощности и коэффициенту формы графика нагрузок;

В основе этого метода лежит равенство расчетной и среднеквадратичной нагрузок. Для групп приемников с повторно-кратковременным режимом работы принятое допущение справедливо во всех случаях. Оно приемлемо также для групп приемников с длительным режимом работы, когда число приемников в группе достаточно велико и отсутствуют мощные приемники, способные изменить равномерный групповой график нагрузок.

- статистический метод;

Применяется редко. По этому методу расчетную нагрузку группы приемников определяют двумя интегральными показателями: средней нагрузкой  $P_{ср,Т}$  и среднеквадратичным отклонением  $\sigma_{ср,Т}$

- по удельной нагрузке на единицу производственной площади;
- по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции при заданном объеме выпуска продукции за определенный период.

Определение расчетной нагрузки по удельным показателям дополняет первые четыре метода и позволяет проверить полученные по ним результаты.

## **2 Аналитическая часть**

### **2. 1 Светотехнический расчет системы освещения нежилых и общедомовых помещений**

Расчет электроосвещения является важным этапом при проектировании. Правильно спроектированная система освещения способствует более безопасной работе персонала, снижению утомляемости, более рациональному использованию электрической энергии.

В данном проекте предусматриваются два вида освещения:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;

На данном этапе проектирования определяются тип источников света, наиболее рациональные места установки светильника, а также высота их установки, способ крепления и способы управления освещением. В соответствии с техническим заданием, предоставленным заказчиком, для освещения основных помещений объекта использованы светильники марки А070 с установкой в нем одной светодиодной лампы мощностью до 36 Вт. Согласно информации, представленной заводом изготовителем о данном светильнике, он предназначен специально для использования в бытовых помещениях. Лампы, устанавливаемые в данном светильнике должны иметь световую температуру 4200 К. Способ крепления светильников был выбран, исходя из ведомости отделки помещений. Управление освещением выполнено с помощью проходных, одноклавишных и двухклавишных выключателей. Выключатели установлены у мест входа в помещения здания, либо в наиболее рациональных местах их установки. Высота установки выключателей над уровнем пола – 2,5 м. Это обеспечит удобное управление освещением и защитит систему от случайных прикосновений сотрудников.

Лампы аварийного освещения работают так, что во время штатного режима они горят вместе с рабочим освещением, а в случае отключения электричества, они продолжают гореть в аварийном режиме

Расчет освещения будем производить по методу использования светового потока. [5]

$$\Phi = \frac{E_n * K_{\text{зап}} * F * z}{N * \eta} \text{ [лм]}, \quad (2.1)$$

где,  $E_n$  – освещенность [лк];

$K_{\text{зап}}$  – коэффициент запаса ( $K_{\text{зап}} = 1$ );

$F$  – площадь освещаемой поверхности [ $\text{м}^2$ ];

$z$ - коэффициент минимальной освещенности ( $z=1,15$ );

$N$ - число ламп [шт];

$\eta$  - коэффициент использования светового потока

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещений, который находится:[15]

$$i = \frac{F}{h(A+B)} \quad (2.2)$$

где,  $h$ - высота подвеса [м];

$A$  и  $B$  – длина и ширина соответственно [м]

Таблица 2.1– Коэффициент использования светового потока

| i   | $\eta$<br>$r_n = 70 \%, r_c = 50 \%, r_p = 30 \%$ |
|-----|---|
| 0,5 | 0,28  |
| 1,0 | 0,49  |
| 3,0 | 0,73  |
| 5,0 | 0,8   |

Произведем расчеты светового потока для цокольного и первого этажей.

На примере рассчитаем световой поток помещения № 2.1 Торгово-выставочный зал (Торгово-выставочный зал 001)

$$i = \frac{24,49}{2,5(5,85+4,19)} = 0,98, \eta = 0,49$$

$$\Phi = \frac{300 * 1 * 24,49 * 1}{4 * 0,49} = 3748,47 \text{ [лк]}$$

Расчеты для остальных помещений представим в таблицах 2.2 и 2.3

Таблица 2.2– Световой поток цокольного этажа

| № помещения                        | Наименование            | Ен, лк | Ф, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | h    | Фрас, лм |
|------------------------------------|-------------------------|--------|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| <b>Торгово-выставочный зал 001</b> |                         |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1                                  | Тамбур                  | 20     | 3,8       | 1    | 1,15 | 1     | 1,38 | 2,76 | 2,5  | 0,37 | 0,28 | 271,43   |
| 2                                  | Торгово-выставочный зал | 300    | 24,5      | 1    | 1,15 | 4     | 5,85 | 4,19 | 2,5  | 0,98 | 0,49 | 3748,47  |



Продолжение таблицы 2.2

| № помещения                        | Наименование   | Ен, лк | Ф, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | h    | Фрас, лм |
|------------------------------------|--|--------|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| 2,1                                | Выставочное помещение                                  | 300    | 21,4      | 1    | 1,15 | 4     | 5,5  | 3,90 | 2,5  | 0,91 | 0,49 | 3280,10  |
| 2,2                                | Торгово-выставочное помещение с зоной персонала        | 300    | 44,4      | 1    | 1,15 | 8     | 9    | 4,93 | 2,5  | 1,27 | 0,49 | 3397,19  |
| 3                                  | Туалет   | 75     | 4,9       | 1    | 1,15 | 2     | 2,4  | 2,04 | 2,5  | 0,44 | 0,28 | 656,25   |
| 4                                  | Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря) | 75     | 2,29      | 1    | 1,15 | 1     | 1,07 | 2,14 | 2,5  | 0,29 | 0,28 | 613,39   |
| 5                                  | Техническое помещение                                  | 75     | 0,99      | 1    | 1,15 | 1     | 0,99 | 0,99 | 2,5  | 0,20 | 0,28 | 265,18   |
| <b>Торгово-выставочный зал 002</b> |  |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1                                  | Тамбур   | 20     | 3,35      | 1    | 1,15 | 1     | 1,6  | 2,09 | 2,5  | 0,36 | 0,28 | 239,29   |
| 1,1                                | Тамбур   | 20     | 3,35      | 1    | 1,15 | 1     | 1,6  | 2,09 | 2,5  | 0,36 | 0,28 | 239,29   |
| 2                                  | Зона персонала   | 200    | 10,5      | 1    | 1,15 | 4     | 3,4  | 3,09 | 2,5  | 0,65 | 0,49 | 1072,45  |
| 2,1                                | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 17,7      | 1    | 1,15 | 4     | 5,1  | 3,47 | 2,5  | 0,83 | 0,49 | 2709,18  |
| 2,2                                | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 36,6      | 1    | 1,15 | 6     | 6,2  | 5,91 | 2,5  | 1,21 | 0,49 | 3738,78  |
| 2,3                                | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 17,7      | 1    | 1,15 | 4     | 5,1  | 3,47 | 2,5  | 0,83 | 0,49 | 2709,18  |
| 2,4                                | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 10,5      | 1    | 1,15 | 2     | 3,40 | 3,09 | 2,5  | 0,65 | 0,49 | 3217,35  |
| 3                                  | Туалет   | 75     | 3,4       | 1    | 1,15 | 2     | 1,10 | 3,09 | 2,5  | 0,32 | 0,28 | 455,36   |
| 4                                  | помещение уборочного инвентаря                         | 75     | 3,87      | 1    | 1,15 | 2     | 1,25 | 3,09 | 2,5  | 0,36 | 0,28 | 518,30   |
| <b>Торгово-выставочный зал 003</b> |  |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1                                  | Тамбур   | 20     | 3,8       | 1    | 1,15 | 1     | 1,38 | 2,76 | 2,5  | 0,37 | 0,28 | 271,43   |

Продолжение таблицы 2.2

| № помещения  | Наименование   | Ен, лк | Ф, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | h    | Фрас, лм |
|--|--|--------|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| 2  | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 24,5      | 1    | 1,15 | 4     | 5,85 | 4,19 | 2,5  | 0,98 | 0,49 | 3748,47  |
| 2,1  | Выставочное помещение                                  | 300    | 21,4      | 1    | 1,15 | 4     | 5,5  | 3,90 | 2,5  | 0,91 | 0,49 | 3280,10  |
| 2,2  | Выставочное помещение с зоной персонала                | 300    | 44,4      | 1    | 1,15 | 8     | 9,5  | 4,67 | 2,5  | 1,25 | 0,49 | 3397,19  |
| 3  | Туалет   | 75     | 4,9       | 1    | 1,15 | 2     | 2,4  | 2,04 | 2,5  | 0,44 | 0,28 | 656,25   |
| 4  | Техническое помещение                                  | 75     | 0,99      | 1    | 1,15 | 1     | 0,99 | 0,99 | 2,5  | 0,20 | 0,28 | 265,18   |
| 5  | Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря) | 75     | 2,29      | 1    | 1,15 | 1     | 1,07 | 2,14 | 2,5  | 0,29 | 0,28 | 613,39   |
| <b>Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей</b> |  |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1  | Тамбур   | 30     | 2,77      | 1    | 1,15 | 1     | 2,50 | 1,11 | 2,5  | 0,31 | 0,28 | 296,79   |
| 1,1  | Коридор  | 75     | 12,1      | 1    | 1,15 | 2     | 1,58 | 7,67 | 2,5  | 0,52 | 0,28 | 1623,21  |
| 2  | Узел управления  | 30     | 31,6      | 1    | 1,15 | 4     | 6,20 | 5,10 | 2,5  | 1,12 | 0,49 | 484,29   |
| 2,1  | Техническое помещение                                  | 30     | 8,65      | 1    | 1,15 | 2     | 4,49 | 1,93 | 2,5  | 0,54 | 0,28 | 463,39   |
| 2,2  | Техническое помещение                                  | 30     | 8,65      | 1    | 1,15 | 2     | 4,49 | 1,93 | 2,5  | 0,54 | 0,28 | 463,39   |
| 2,3  | Техническое помещение                                  | 30     | 17,4      | 1    | 1,15 | 2     | 2,26 | 7,67 | 2,5  | 0,70 | 0,38 | 685,26   |
| 2,4  | Шахта для инженерных коммуникаций                      | 20     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3,16 | 1,58 | 2,5  | 0,41 | 0,28 | 350,00   |
| 2,5  | Шахта для инженерных коммуникаций                      | 20     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3,16 | 1,58 | 2,5  | 0,41 | 0,28 | 350,00   |
| 3  | Электрощитовая для жилой части                         | 50     | 7,22      | 1    | 1,15 | 2     | 2,40 | 3,01 | 2,5  | 0,53 | 0,28 | 644,64   |
| 4  | Электрощитовая для нежилой части                       | 50     | 10,5      | 1    | 1,15 | 2     | 2,40 | 4,36 | 2,5  | 0,62 | 0,28 | 933,93   |

Таблица 2.3– Световой поток первого этажа

| № помещ                            | Наименование                            | Ен, лк | Ф, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | η    | Фрас, лм |
|------------------------------------|---|--------|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| <b>Офис 101</b>                    |   |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1,1                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 47,8      | 1    | 1,15 | 10    | 9    | 5,31 | 2,5  | 1,34 | 0,49 | 3902,04  |
| 1,2                                | Рабочее помещение офиса(подсобная зона) | 400    | 42,8      | 1    | 1,15 | 9     | 7    | 6,11 | 2,5  | 1,31 | 0,49 | 3882,09  |
| 1,3                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 64,4      | 1    | 1,15 | 12    | 10   | 6,44 | 2,5  | 1,57 | 0,49 | 3755,1   |
| 2                                  | Туалет                                  | 75     | 3,5       | 1    | 1,15 | 2     | 1,32 | 2,64 | 2,5  | 0,35 | 0,28 | 468,75   |
| 3                                  | Помещение уборочного инвентаря          | 75     | 2,5       | 1    | 1,15 | 1     | 1,58 | 1,58 | 2,5  | 0,32 | 0,28 | 669,64   |
| 4                                  | Эвакуационный тамбур                    | 20     | 6,6       | 1    | 1,15 | 1     | 4,18 | 1,58 | 2,5  | 0,46 | 0,28 | 471,43   |
| <b>Торгово-выставочный зал 102</b> |   |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1                                  | Коридор                                 | 75     | 5,3       | 1    | 1,15 | 1     | 2,2  | 2,41 | 2,5  | 0,46 | 0,28 | 1419,64  |
| 2,1                                | Выставочный зал                         | 300    | 37,1      | 1    | 1,15 | 9     | 6,09 | 6,09 | 2,5  | 1,22 | 0,49 | 2523,81  |
| 2,2                                | Выставочный зал с зоной персонала       | 300    | 21,3      | 1    | 1,15 | 5     | 5,20 | 4,10 | 2,5  | 0,92 | 0,49 | 2608,16  |
| 3                                  | Туалет                                  | 75     | 2,7       | 1    | 1,15 | 2     | 1,64 | 1,64 | 2,5  | 0,33 | 0,28 | 361,61   |
| № помещ                            | Наименование                            | Ен, лк | Ф, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | □    | Фрас, лм |
| 4                                  | Помещение уборочного инвентаря          | 50     | 2,5       | 1    | 1,15 | 1     | 1,58 | 1,58 | 2,5  | 0,32 | 0,28 | 446,43   |
| <b>Офис 103</b>                    |   |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1,1                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 53,6      | 1    | 1,15 | 12    | 9    | 5,96 | 2,5  | 1,43 | 0,49 | 3646,26  |
| 1,2                                | Рабочее помещение офиса(подсобная зона) | 400    | 42,8      | 1    | 1,15 | 9     | 7    | 6,11 | 2,5  | 1,31 | 0,49 | 3882,09  |
| 1,3                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 64,4      | 1    | 1,15 | 12    | 10   | 6,44 | 2,5  | 1,57 | 0,49 | 3755,1   |
| 2                                  | Туалет                                  | 75     | 3,5       | 1    | 1,15 | 2     | 1,32 | 2,64 | 2,5  | 0,35 | 0,28 | 468,75   |

Продолжение таблицы 2.3

| № помещ                                  | Наименование                      | Ен, лк | F, кв. м. | Кзап | Z    | N, шт | A, м | B, м | h, м | i    | □    | Фрас, лм |
|--|-----------------------------------|--------|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------|
| 3  | Помещение уборочного инвентаря    | 75     | 2,5       | 1    | 1,15 | 1     | 1,58 | 1,58 | 2,5  | 0,32 | 0,28 | 669,64   |
| 4  | Эвакуационный тамбур              | 20     | 6,6       | 1    | 1,15 | 1     | 4,18 | 1,58 | 2,5  | 0,46 | 0,28 | 471,43   |
| <b>Помещения жилой части блок-секции</b> |                                   |        |           |      |      |       |      |      |      |      |      |          |
| 1  | Тамбур                            | 30     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3    | 1,63 | 2,5  | 0,42 | 0,28 | 525,00   |
| 1,1                                      | Тамбур                            | 30     | 3,05      | 1    | 1,15 | 1     | 1,7  | 1,79 | 2,5  | 0,35 | 0,28 | 326,79   |
| 1,2                                      | Тамбур                            | 30     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3    | 1,63 | 2,5  | 0,42 | 0,28 | 525,00   |
| 2  | Лифтовой холл                     | 75     | 9,57      | 1    | 1,15 | 2     | 1,7  | 5,63 | 2,5  | 0,52 | 0,28 | 1281,70  |
| 3  | Незадымленная лестничная клетка   | 75     | 15        | 1    | 1,15 | 2     | 2    | 7,49 | 2,5  | 0,63 | 0,28 | 2004,91  |
| 4  | Помещение уборочного инвентаря    | 75     | 3,1       | 1    | 1,15 | 1     | 1,75 | 1,77 | 2,5  | 0,35 | 0,28 | 830,36   |
| 5  | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3,16 | 1,58 | 2,5  | 0,41 | 0,28 | 350,00   |
| 6  | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 1    | 1,15 | 1     | 3,16 | 1,58 | 2,5  | 0,41 | 0,28 | 350,00   |

Сравниваем полученные результаты светового потока с номинальным значением лампы

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{н}} - \Phi_{\text{рас}}}{\Phi_{\text{н}}} * 100\% \quad (2.3)$$

На примере рассчитаем световой поток помещения № 2.1 Торгово-выставочный зал (Торгово-выставочный зал 001)

$$\Delta\Phi = \frac{3600 - 3748,47}{3600} * 100\% = -4,12\%$$

$\Delta\Phi$  должно находиться в пределах [-15%;+20%].

Расчеты для остальных помещений представим в таблице

Таблица 2.4– Проверка светового потока цокольного этажа

| № помещ                            | Наименование   | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | $\Delta\Phi$ , % |
|------------------------------------|--|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|------------------|
| <b>Торгово-выставочный зал 001</b> |  |        |           |          |                 |       |          |                  |
| 1                                  | Тамбур   | 20     | 3,8       | 271,43   | ЖКХ             | 10    | 400      | 32,14            |
| 2                                  | Торгово-выставочный зал                                | 300    | 24,49     | 3748,47  | A070            | 36    | 3600     | -4,12            |
| 2,1                                | Выставочное помещение                                  | 300    | 21,43     | 3280,10  | A070            | 36    | 3600     | 8,89             |
| 2,2                                | Торгово-выставочное помещение с зоной персонала        | 300    | 44,39     | 3397,19  | A070            | 36    | 3600     | 5,63             |
| 3                                  | Туалет   | 75     | 4,9       | 656,25   | ЖКХ             | 18    | 650      | -0,96            |
| 4                                  | Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря) | 75     | 2,29      | 613,39   | Strong          | 18    | 550      | -11,53           |
| 5                                  | Техническое помещение                                  | 75     | 0,99      | 265,18   | ЖКХ             | 10    | 400      | 33,71            |
| <b>Торгово-выставочный зал 002</b> |  |        |           |          |                 |       |          |                  |
| 1                                  | Тамбур   | 20     | 3,35      | 263,21   | ЖКХ             | 10    | 400      | 34,20            |
| 1,1                                | Тамбур   | 20     | 3,35      | 239,29   | ЖКХ             | 10    | 400      | 40,18            |
| 2                                  | Зона персонала   | 20     | 3,35      | 1072,45  | Strong          | 27    | 1000     | -7,24            |
| 2,1                                | Торгово-выставочное помещение                          | 200    | 10,51     | 2709,18  | A070            | 36    | 3600     | 24,74            |
| 2,2                                | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 17,7      | 3738,78  | A070            | 36    | 3600     | -3,85            |

Продолжение таблицы 2.4

| № помещ  | Наименование   | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | ЭФ, %  |
|--|--|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|--------|
| 2,3  | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 36,64     | 2709,18  | A070            | 36    | 3600     | 24,74  |
| 2,4  | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 17,7      | 3217,35  | A070            | 36    | 3600     | 10,63  |
| № помещ  | Наименование   | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | ЭФ, %  |
| 3  | Туалет   | 300    | 10,51     | 455,36   | ЖКХ             | 18    | 650      | 29,95  |
| 4  | помещение уборочного инвентаря                         | 75     | 3,4       | 518,30   | Strong          | 18    | 550      | 5,76   |
| <b>Торгово-выставочный зал 003</b>                               |  |        |           |          |                 |       |          |        |
| 1  | Тамбур   | 20     | 3,8       | 271,43   | ЖКХ             | 10    | 400      | 32,14  |
| 2  | Торгово-выставочное помещение                          | 300    | 24,49     | 3748,47  | A070            | 36    | 3600     | -4,12  |
| 2,1  | Выставочное помещение                                  | 300    | 21,43     | 3280,10  | A070            | 36    | 3600     | 8,89   |
| 2,2  | Выставочное помещение с зоной персонала                | 300    | 44,39     | 3397,19  | A070            | 36    | 3600     | 5,63   |
| 3  | Туалет   | 75     | 4,9       | 656,25   | ЖКХ             | 18    | 650      | -0,96  |
| 4  | Техническое помещение                                  | 75     | 0,99      | 265,18   | ЖКХ             | 10    | 400      | 33,71  |
| 5  | Техническое помещение (помещение уборочного инвентаря) | 75     | 2,29      | 613,39   | Strong          | 18    | 550      | -11,53 |
| <b>Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей</b> |  |        |           |          |                 |       |          |        |
| 1  | Тамбур   | 30     | 2,77      | 296,79   | ЖКХ             | 10    | 400      | 25,80  |
| 1,1  | Коридор  | 75     | 12,12     | 1623,21  | Lux             | 18    | 1600     | -1,45  |
| 2  | Узел управления  | 30     | 31,64     | 484,29   | Strong          | 18    | 550      | 11,95  |
| 2,1  | Техническое помещение                                  | 30     | 8,65      | 463,39   | Strong          | 18    | 550      | 15,75  |
| 2,2  | Техническое помещение                                  | 30     | 8,65      | 463,39   | Strong          | 18    | 550      | 15,75  |
| 2,3  | Техническое помещение                                  | 30     | 17,36     | 685,26   | Strong          | 18    | 550      | -24,59 |

Продолжение таблицы 2.4

| № помещ | Наименование                      | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | ΔФ, % |
|---------|-----------------------------------|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|-------|
| 2,4     | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 350,00   | ЖКХ             | 10    | 400      | 12,50 |
| 2,5     | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 350,00   | ЖКХ             | 10    | 400      | 12,50 |
| 3       | Электрощитовая для жилой части    | 50     | 7,22      | 644,64   | Lux             | 18    | 1600     | 59,71 |
| 4       | Электрощитовая для нежилой части  | 50     | 10,46     | 933,93   | Lux             | 18    | 1600     | 41,63 |

Таблица 2.5– Проверка светового потока первого этажа

| № помещ                            | Наименование                            | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | ΔФ, % |
|------------------------------------|---|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|-------|
| <b>Офис 101</b>                    |   |        |           |          |                 |       |          |       |
| 1,1                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 47,8      | 3902,04  | A070            | 36    | 3600     | -8,39 |
| 1,2                                | Рабочее помещение офиса(подсобная зона) | 400    | 42,8      | 3882,09  | A070            | 36    | 3600     | -7,84 |
| 1,3                                | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 64,4      | 3755,10  | A070            | 36    | 3600     | -4,31 |
| 2                                  | Туалет                                  | 75     | 3,5       | 468,75   | ЖКХ             | 18    | 650      | 27,88 |
| 3                                  | Помещение уборочного инвентаря          | 75     | 2,5       | 669,64   | Inox Led        | 5     | 800      | 16,29 |
| 4                                  | Эвакуационный тамбур                    | 20     | 6,6       | 471,43   | ЖКХ             | 12    | 500      | 5,71  |
|                                    |   |        |           |          |                 |       |          |       |
| <b>Торгово-выставочный зал 102</b> |   |        |           |          |                 |       |          |       |
| 1                                  | Коридор                                 | 75     | 5,3       | 1419,64  | A070            | 36    | 3600     | 60,57 |

Продолжение таблицы 2.5

| № помещ  | Наименование                            | Ен, лк | Ф, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | Р, Вт | Фном, лм | ЭФ, % |
|--|---|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|-------|
| 2,1  | Выставочный зал                         | 300    | 37,1      | 2523,81  | A070            | 36    | 3600     | 29,89 |
| 2,2  | Выставочный зал с зоной персонала       | 300    | 21,3      | 2608,16  | A070            | 36    | 3600     | 27,55 |
| 3  | Туалет                                  | 75     | 2,7       | 361,61   | ЖКХ             | 18    | 650      | 44,37 |
| 4  | Помещение уборочного инвентаря          | 50     | 2,5       | 446,43   | Inox Led        | 5     | 800      | 44,20 |
| <b>Офис 103</b>  |   |        |           |          |                 |       |          |       |
| 1,1  | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 53,6      | 3646,26  | A070            | 36    | 3600     | -1,28 |
| 1,2  | Рабочее помещение офиса(подсобная зона) | 400    | 42,8      | 3882,09  | A070            | 36    | 3600     | -7,84 |
| 1,3  | Рабочее помещение офиса                 | 400    | 64,4      | 3755,10  | A070            | 36    | 3600     | -4,31 |
| 2  | Туалет                                  | 75     | 3,5       | 468,75   | ЖКХ             | 18    | 650      | 27,88 |
| 3  | Помещение уборочного инвентаря          | 75     | 2,5       | 669,64   | Inox Led        | 5     | 800      | 16,29 |
| 4  | Эвакуационный тамбур                    | 20     | 6,6       | 471,43   | ЖКХ             | 12    | 500      | 5,71  |
| <b>Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей</b> |   |        |           |          |                 |       |          |       |
| 1  | Тамбур                                  | 30     | 4,9       | 525,00   | ЖКХ             | 12    | 500      | -5,00 |
| 1,1  | Тамбур                                  | 30     | 3,05      | 326,79   | ЖКХ             | 10    | 400      | 18,30 |
| 1,2  | Тамбур                                  | 30     | 4,9       | 525,00   | ЖКХ             | 12    | 500      | -5,00 |
| 2  | Лифтовой холл                           | 75     | 9,57      | 1281,70  | Lux             | 36    | 3200     | 59,95 |
| 3  | Незадымленная лестничная клетка         | 75     | 14,97     | 2004,91  | Lux             | 36    | 3200     | 37,35 |
| 4  | Помещение уборочного инвентаря          | 75     | 3,1       | 830,36   | Inox Led        | 5     | 800      | -3,79 |



## Продолжение таблицы 2.5

| № помещ | Наименование                      | Ен, лк | F, кв. м. | Фрас, лм | тип светильника | P, Вт | Фном, лм | ЭФ, % |
|---------|-----------------------------------|--------|-----------|----------|-----------------|-------|----------|-------|
| 5       | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 350,00   | ЖКХ             | 10    | 400      | 12,50 |
| 6       | Шахта для инженерных коммуникаций | 20     | 4,9       | 350,00   | ЖКХ             | 10    | 400      | 12,50 |

## 2.2 Расчет силовой нагрузки ВРУ нежилых помещений

В данном многоквартирном доме два подъезда, которые полностью одинаковые. Поэтому мы будем проводить расчет для одного подъезда.

Расчет силовой нагрузки ВРУ нежилых помещений произведем согласно СП 31-110-2003 "Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий" и РД34.20.185-94 "Инструкция по проектированию городских электрических сетей". Расчетная нагрузка нежилых помещений производится по формуле [13]

$$P_{n.об} = P_{роз} + P_{р.о} \quad (2.4)$$

где,  $P_{роз}$  – мощность нагрузки розеток

$P_{р.о}$  – мощность осветительной нагрузки

$$P_{роз} = P_{роз,ук} * N_{роз} * K_{роз} \quad (2.5)$$

где,  $P_{роз,уд}$  – мощность одной розеток

$N_{роз}$  – количество розеток

$K_{роз}$  – коэффициент спроса ( $K_{роз} = 0,4$ )

$$P_{р.о} = K_{о.с.} * P_{у.о.} \quad (2.6)$$

где,  $K_{o.c.}$  – Коэффициент освещения ( $K_{o.c.} = 1,1$ )

$P_{y.o.}$  – мощность осветительных приборов

$$P_{y.o.} = P_o * N \quad (2.7)$$

где,  $P_o$  – мощность одного осветительного прибора

$N$  – Количество ламп)

К нежилым помещения относятся:

-цокольный

-первый этаж.

1)Проведем расчет силовой нагрузки для цокольного этажа:

Расчет розеточной нагрузки

Таблица 2.6– Мощность розеточной группы

| Вид розетки | Мощность (кВт) | Кол-во | Сумм кол-во |
|-------------|----------------|--------|-------------|
| Двойные     | 2              | 6      | 12          |
| Двойные     | 0,5            | 20     | 40          |
| Одинарные   | 0,62           | 3      | 3           |

$$P_{роз} = 0,4 * (2 * 12 + 0,5 * 40 + 0,62 * 3) = 18,34 \text{ кВт}$$

Расчет осветительной нагрузки

Таблица 2.7– Мощность осветительной группы

| Вид лампы | Мощность (Вт) | Кол-во ламп | Мощность осветительной нагрузки ( $P_{y.o.}$ ,Вт) |
|-----------|---------------|-------------|---|
| АО7О      | 36            | 48          | 1728  |
| ЖКХ(1)    | 12            | 8           | 96  |

## Продолжение таблицы 2.7

| Вид лампы | Мощность (Вт) | Кол-во ламп | Мощность осветительной нагрузки (P <sub>y.o.</sub> , Вт) |
|-----------|---------------|-------------|--|
| Strong(1) | 18            | 8           | 144  |
| ЖКХ(2)    | 10            | 7           | 70   |
| Strong(2) | 27            | 2           | 54   |
| Lux       | 18            | 6           | 108  |

$$P_{p.o.} = K_{o.c.} * \sum P_{y.o.} = 1,1 * (1728 + 96 + 144 + 70 + 54 + 108) = 2420 \text{ Вт} = 2,42 \text{ кВт}$$

Находим расчетную нагрузку

$$P_{n.o6} = 18,34 + 2,42 = 20,76 \text{ кВт}$$

2) Проведем расчет силовой нагрузки для первого этажа:

Расчет розеточной нагрузки

Таблица 2.8– Мощность розеточной группы

| Розетка | Вид розетки | Мощность (кВт) | Кол-во | Сумм кол-во |
|---------|-------------|----------------|--------|-------------|
| 1       | Двойные     | 0,5            | 33     | 66          |
| 2       | Двойные     | 2              | 7      | 14          |
| 4       | Двойные     | 1              | 2      | 4           |

$$P_{роз} = 0,4 * (0,5 * 66 + 2 * 14 + 1 * 4) = 26 \text{ кВт}$$

Расчет осветительной нагрузки

Таблица 2.9 Мощность осветительной группы

| Вид лампы | Мощность (Вт) | Кол-во ламп | Мощность осветительной нагрузки (P <sub>y.o.</sub> , Вт) |
|-----------|---------------|-------------|--|
| АО7О      | 36            | 83          | 2988   |
| ЖКХ(1)    | 12            | 7           | 84   |
| ЖКХ(2)    | 10            | 3           | 30   |
| INOX      | 5             | 4           | 20   |
| ЖКХ(3)    | 18            | 4           | 72   |

$$P_{p.o} = K_{o.c.} * \sum P_{y.o.} = 1,1 * (2988 + 84 + 30 + 20 + 72) = 3194 \text{ Вт} = 3,19 \text{ кВт}$$

Находим расчетную нагрузку

$$P_{n.ob} = 26 + 3,19 = 29,19 \text{ кВт}$$

### 2.3 Расчет нагрузки ВРУ жилого дома

Расчетная нагрузка ВРУ считается по формуле [23]

$$P = P_{кв} + 0,9P_c \quad (2.8)$$

где,  $P_{кв}$  – Расчетная электрическая нагрузка квартир

$P_c$  – Расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников

$$P_{кв} = P_{кв.уд} * N \quad (2.9)$$

где,  $P_{кв.уд}$  – Удельная электрическая нагрузка квартир,

$N$  – количество квартир

$$P_c = P_{р.л} + P_{сту} \quad (2.10)$$

где,  $P_{р.л}$  – мощность лифтов

$P_{сту}$  – Мощность эл. двигателей насосов, вентиляторов, и т д

$$P_{р.л} = K_c * N * P_l \quad (2.11)$$

где,  $K_c$  – Коэффициент спроса ( $K_c = 0,8$ )

$N$  – Колличество лифтов

$P_l$  – мощность одного лифта

$$P_{сту} = K_c * N * P_{co} \quad (2.12)$$

где,  $K_c$  – Коэффициент спроса ( $K_c = 0,77$ )

$N$  – Колличество Электродвигателей

$P_c$  – мощность эл двигателя

$P_{кв,уд} = 1,5 \text{ кВт/квар}$ ,  $N = 88$  (на один подъезд) отсюда следует, что

$$P_{кв} = 1,5 * 88 = 132 \text{ кВт}$$

В одном подъезде находится два лифта, один мощностью 4 кВт (пассажирский), а второй мощностью 10 кВт, следовательно нагрузка лифтов будет равна

$$P_{р.л} = 0,8 * (10+4) = 11,2 \text{ кВт}$$

В подъезде расположено 4 насосных эл.двигателя мощности которых равны:

$$P_{co1} = P_{co2} = 0,165 \text{ кВт}$$

$$P_{co3} = P_{co4} = 0,06 \text{ кВт}$$

Расчетная нагрузка эл. Двигателей будет равна:

$$P_{сту} = 0,77 * (0,165 * 2 + 0,06 * 2) = 0,34 \text{ кВт}$$

Расчетная электрическая нагрузка силовых электроприемников равна:

$$P_c = 11,2 + 0,34 = 11,54 \text{ кВт}$$

Расчетная нагрузка ВРУ равна:

$$P = 132 + 0,9 * 11,54 = 142,38 \text{ кВт}$$

## **2.4 Электротехнический расчет системы освещения**

Для светильников общего освещения применяется напряжение 220 В. Электроснабжение рабочего освещения выполняется самостоятельными линиями от шин низкого напряжения подстанции. При этом электроэнергия от подстанции передаётся питающими линиями на групповые осветительные

щитки. Питание источников света осуществляется от групповых щитков групповыми линиями.

Распределение светильников по фазам по длине групповой линии выполняется для снижения потерь мощности и напряжения в проводе, уменьшения стробоскопического эффекта и снижения ущерба при исчезновении напряжения в одной из фаз. [15]

$$M = \sum P_i * L_i \quad (2.13)$$

где,  $P_i$  — мощность лампы, кВт;

$l_i$  — расстояние от источника питания до лампы, м.

Ток для однофазной линии находим по формуле:

$$I = \frac{\sum P}{U * \cos f} \quad (2.14)$$

где,  $U$  — напряжение сети (220В)

$\sum P$  — суммарная мощность фазы,

$\cos f = 1$

Ток для трехфазной линии находим по формуле:

$$I = \frac{\sum P}{\sqrt{3} * U * \cos f} \quad (2.15)$$

где,  $U$  — напряжение сети (380В)

$\sum P$  — суммарная мощность линии,

$\cos f = 1$

Если ток линии окажется меньше тока на одной из фаз, то тогда на линию берется ток наибольшей фазы

Цокольный этаж делится на 4 секции, в каждой из которых свой щиток освещения, произведем светотехнический расчет для каждой секции

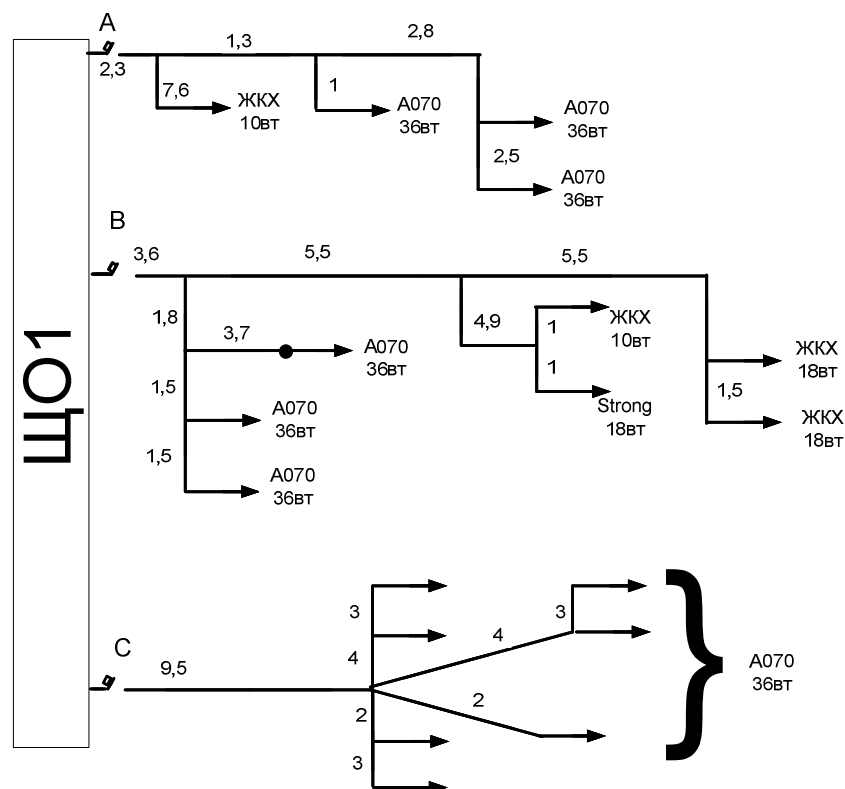


Рисунок 2.1 – однолинейная схема освещения цокольного этажа (Торгово-выставочный зал №001)

Найдем моменты на каждой фазе

$$M_A = 887,4 \text{ Вт*м}$$

$$M_B = 2081,4 \text{ Вт*м}$$

$$M_C = 3510 \text{ Вт*м}$$

Ток в каждой фазе

$$I_A = 0,53 \text{ А}$$

$$I_B = 0,78 \text{ А}$$

$$I_C = 1,14 \text{ А}$$

Момент от щитка до ВРУ

$$M(\text{ЩС1-ВРУ}) = 542 * 20 = 10840 \text{ Вт*м}$$

Ток от щитка до ВРУ

$I(\text{ЩС1-ВРУ}) = 0,82 \text{ А}$  ,  $I(\text{ЩС1-ВРУ}) < I_C$  , Тогда  $I(\text{ЩС1-ВРУ}) = 1,14 \text{ А}$

Аналогично произведен расчеты для оставшихся секций цокольного и первого этажей), результаты занесем в таблицу

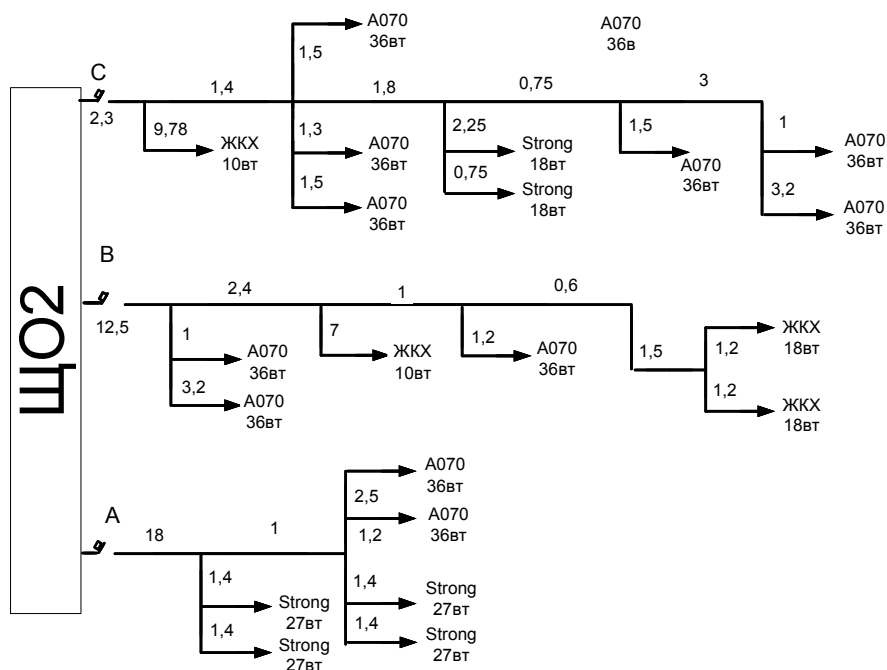


Рисунок 2.2 однолинейная схема освещения цокольного этажа (Торгово-выставочный зал №002)



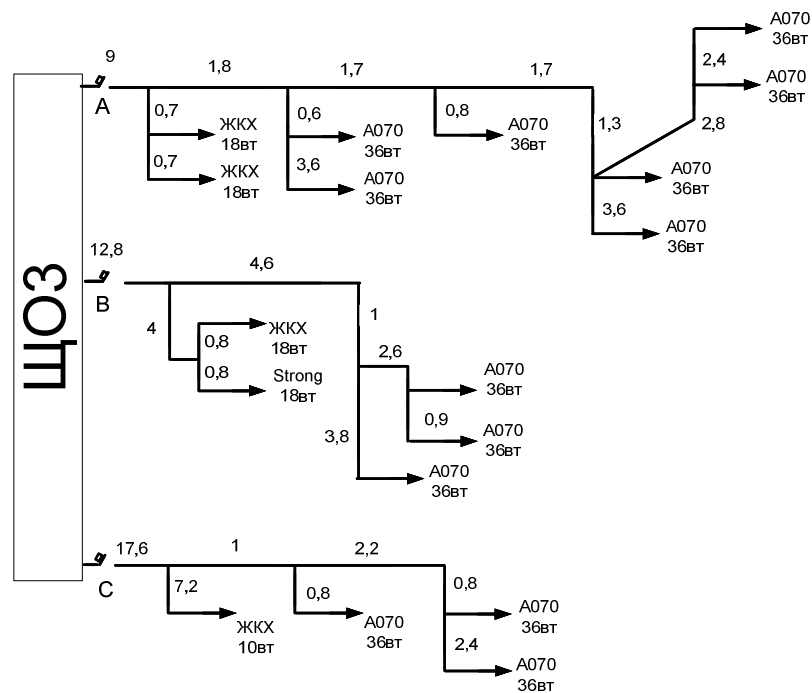


Рисунок 2.3 однолинейная схема освещения цокольного этажа (Торгово-выставочный зал №003)

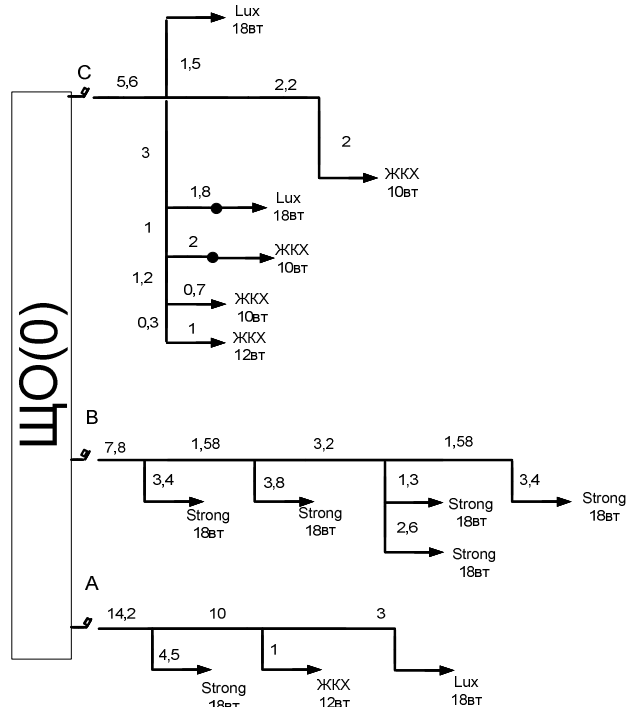


Рисунок 2.4 однолинейная схема освещения цокольного этажа (Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей)

Таблица 2.10– расчет моментов щитков освещения цокольного этажа

| Помещение   | М кВт*м | $\sum P$ Вт | I А  |
|---|---------|-------------|------|
| Торгово-выставочный зал 001                               |         |             |      |
| Фаза А  | 0,887   | 118         | 0,53 |
| Фаза В  | 2       | 168         | 0,78 |
| Фаза С  | 3,5     | 252         | 1,14 |
| Торгово-выставочный зал 002                               |         |             |      |
| Фаза А  | 3,7     | 180         | 0,8  |
| Фаза В  | 2,6     | 150         | 0,68 |
| Фаза С  | 2,15    | 258         | 1,17 |
| Торгово-выставочный зал 003                               |         |             |      |
| Фаза А  | 4,4     | 284         | 1,29 |
| Фаза В  | 2,97    | 140         | 0,63 |
| Фаза С  | 2,58    | 109         | 0,49 |
| Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей |         |             |      |
| Фаза А  | 1,13    | 48          | 0,22 |
| Фаза В  | 1,27    | 90          | 0,41 |
| Фаза С  | 0,765   | 78          | 0,35 |

Таблица 2.11– расчет моментов освещения ВРУ цокольного этажа

| Линия      | L м   | М кВт*м | $\sum P$ Вт | I расч | IA   |
|------------|-------|---------|-------------|--------|------|
| ЩО1-ВРУ2   | 20    | 10,84   | 542         | 0,82   | 1,14 |
| ЩО2-ВРУ2   | 25,75 | 15,3    | 594         | 0,90   | 1,17 |
| ЩО3-ВРУ2   | 22,5  | 12,2    | 542         | 0,82   | 1,29 |
| ЩО(0)-ВРУ1 | 5,8   | 1,25    | 216         | 0,33   | 0,41 |

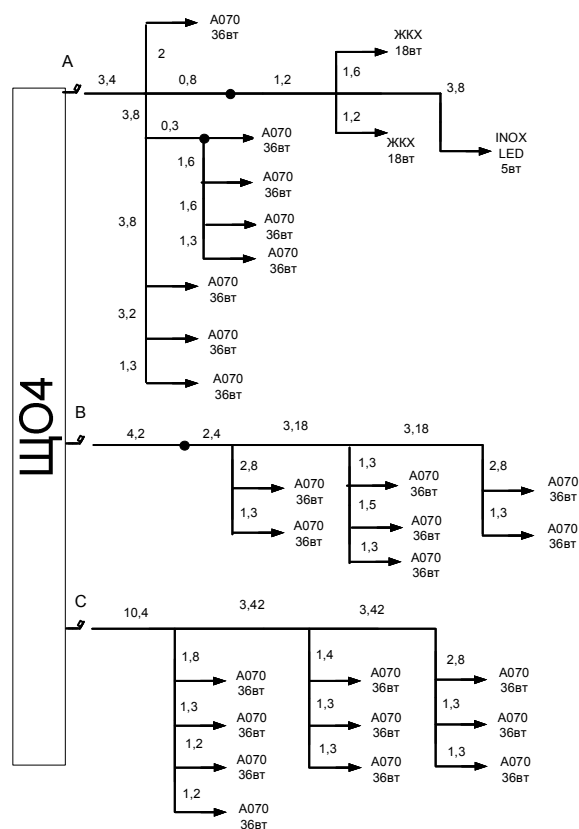


Рисунок 2.5 однолинейная схема освещения первого этажа (офис №101)

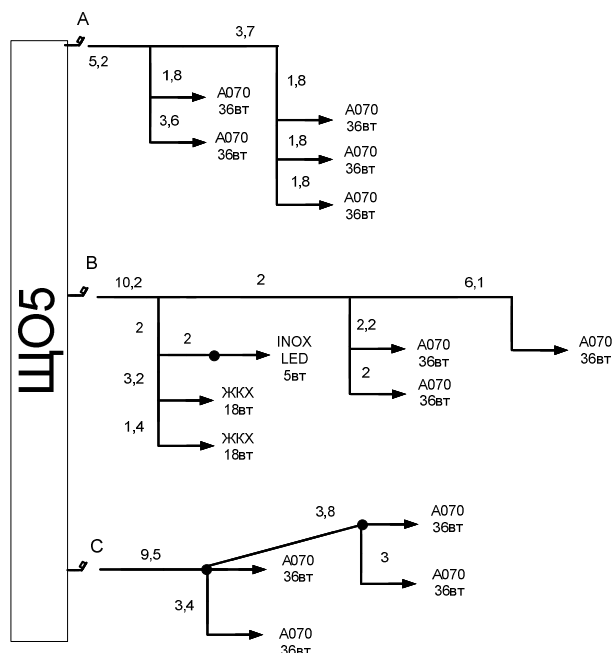


Рисунок 2.6 однолинейная схема освещения первого этажа (Торгово-выставочный зал №102)

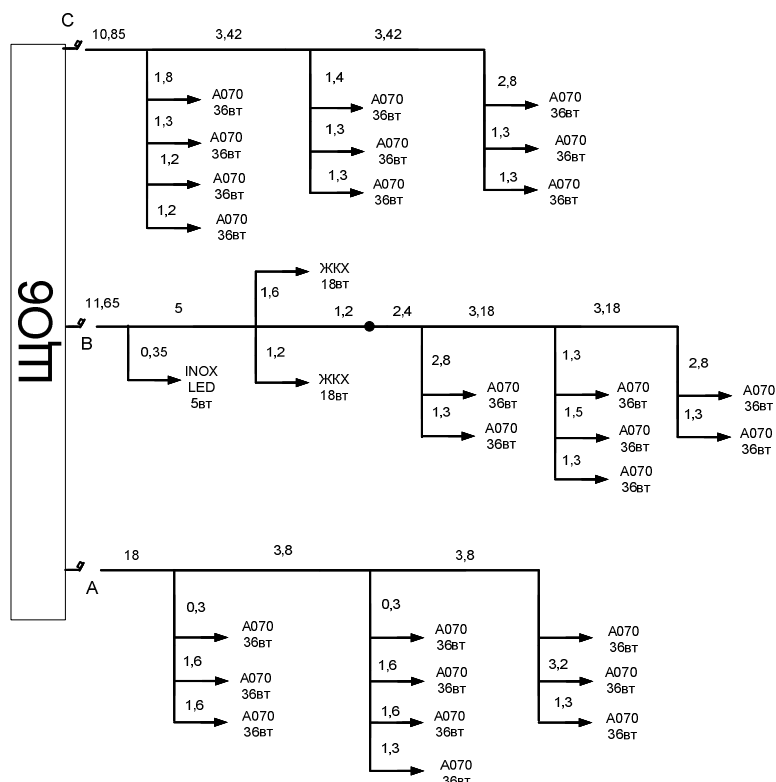


Рисунок 2.7 однолинейная схема освещения первого этажа (офис №103)

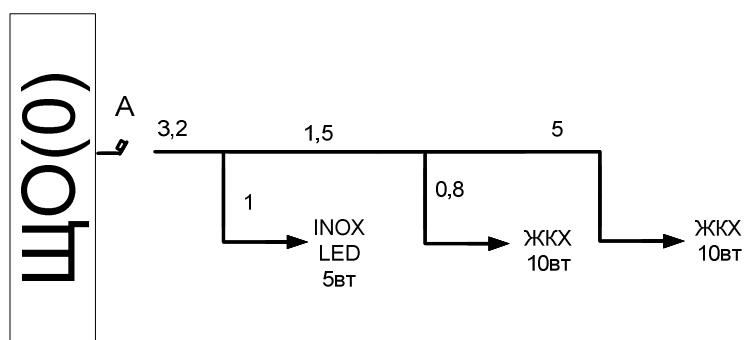


Рисунок 2.8 однолинейная схема освещения Помещения жилой части  
блок-секции

Таблица 2.12– расчет моментов щитков освещения первого этажа

| Помещение                         | М<br>кВт*м | $\sum P$ Вт | I А  |
|-----------------------------------|------------|-------------|------|
| Офис 101                          |            |             |      |
| Фаза А                            | 3,4        | 325         | 1,47 |
| Фаза В                            | 3,2        | 252         | 1,14 |
| Фаза С                            | 6,1        | 360         | 1,63 |
| Торгово-выставочный зал 102       |            |             |      |
| Фаза А                            | 1,98       | 180         | 0,81 |
| Фаза В                            | 2,4        | 149         | 0,67 |
| Фаза С                            | 1,87       | 144         | 0,65 |
| Офис 103                          |            |             |      |
| Фаза А                            | 8,7        | 360         | 1,63 |
| Фаза В                            | 7,4        | 293         | 1,33 |
| Фаза С                            | 6,27       | 360         | 1,63 |
| Помещения жилой части блок-секции |            |             |      |
| Фаза А                            | 0,168      | 25          | 0,11 |

Таблица 2.13– расчет моментов освещения ВРУ первого этажа

| Линия      | L м   | М<br>кВт*м | $\sum P$ Вт | I расч | IA   |
|------------|-------|------------|-------------|--------|------|
| ЩО4-ВРУ2   | 19,18 | 18,83      | 982         | 1,49   | 1,63 |
| ЩО5-ВРУ2   | 28,31 | 14,66      | 518         | 0,79   | 0,81 |
| ЩО6-ВРУ2   | 25,7  | 27,19      | 1058        | 1,61   | 1,63 |
| ЩО(0)-ВРУ1 | 8,2   | 0,205      | 25          | 0,04   | 0,11 |

## 2.5 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок распределительных щитов и этажных щитков

В данном пункте наша задача рассчитать нагрузки розеточной группы общедомовых помещений, а также нагрузку на каждую квартиру и этажных щитков.

Мощности и токи в линии рассчитываются аналогично как и в линиях освещения

Расчет розеточной группы цокольного этажа Торгово-выставочный зал 001

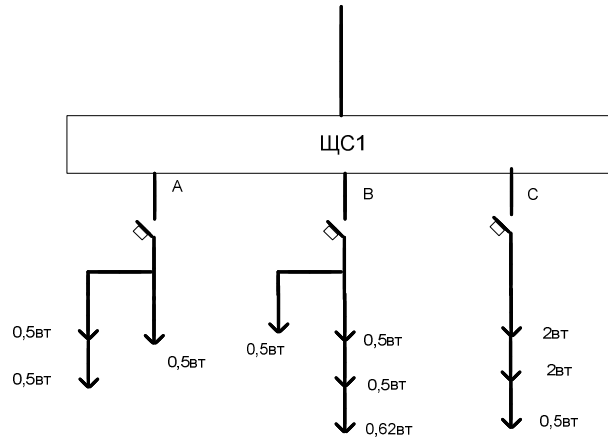


Рисунок 2.9 однолинейная схема розеточной группы Торгово-выставочный зал 001(цокольный этаж)

$$P_{\Sigma A} = 0,5 * 3 = 1,5 \text{ кВт} = 1500 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma B} = 0,5 * 3 + 0,62 = 2,12 \text{ кВт} = 2120 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma C} = 2 * 2 + 0,5 = 4,5 \text{ кВт} = 4500 \text{ Вт}$$

$$I_A = \frac{1500}{220} = 6,8 \text{ А}$$

$$I_B = \frac{2120}{220} = 9,6 \text{ А}$$

$$I_C = \frac{4500}{220} = 20,45 \text{ А}$$

От щитка до ВРУ берем наибольший ток на фазах,

$$I = I_C = 20,45 \text{ А}$$

Аналогично найдем нагрузку для остальных помещений и занесем в таблицу:

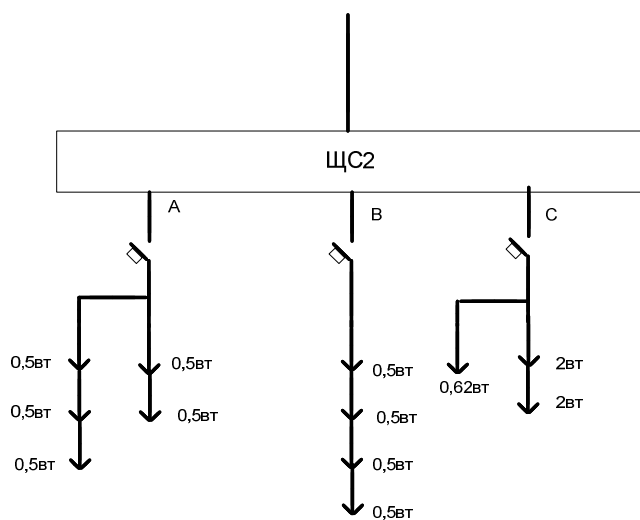


Рисунок 2.10 однолинейная схема розеточной группы Торгово-выставочный зал 002(цокольный этаж)

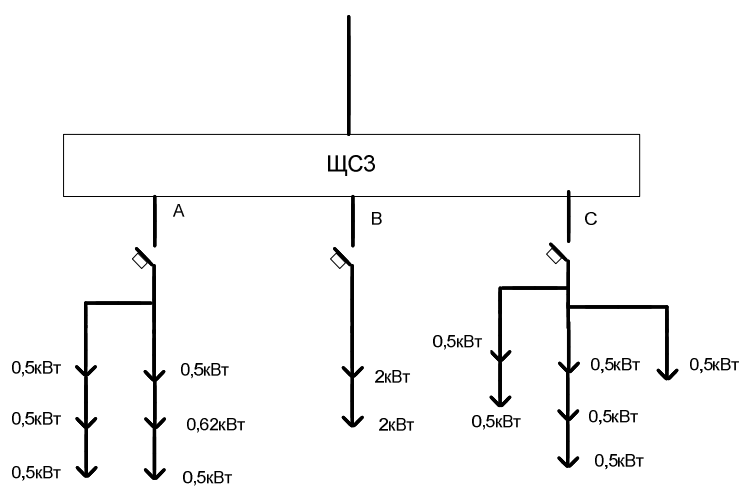


Рисунок 2.11 однолинейная схема розеточной группы Торгово-выставочный зал 003(цокольный этаж)

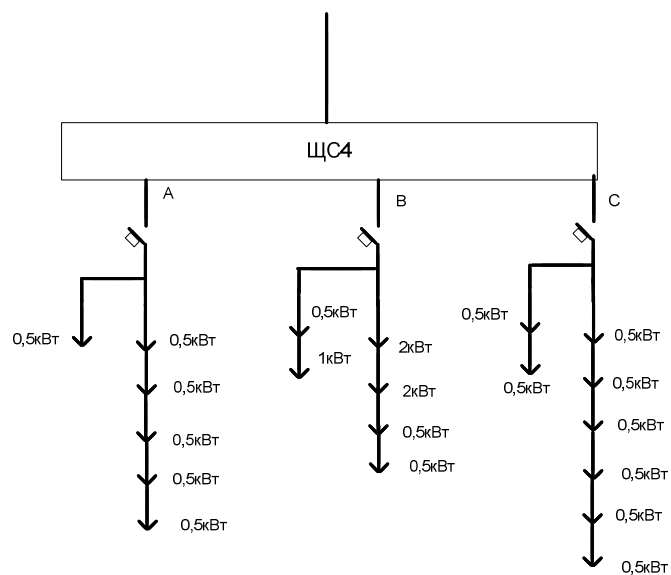


Рисунок 2.12 однолинейная схема розеточной группы Офис 101(первый этаж)

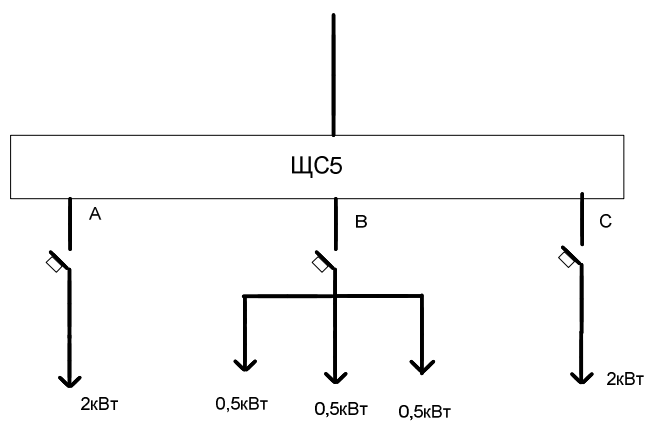


Рисунок 2.13 однолинейная схема розеточной группы Торгово-выставочный зал 102 (первый этаж)



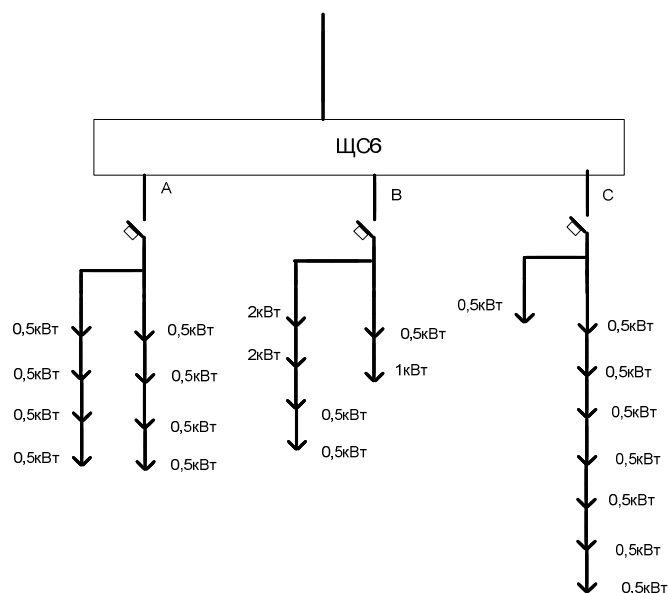


Рисунок 2.14 однолинейная схема розеточной группы Офис 103 (первый этаж)

Таблица 2.14— Расчет нагрузки силовых щитков цокольного и первого этажей

| Помещение                   | $\sum P \text{ Вт}$ | $I \text{ А}$ |
|-----------------------------|---------------------|---------------|
| Торгово-выставочный зал 001 |                     |               |
| Помещение                   | $\sum P \text{ Вт}$ | $I \text{ А}$ |
| Фаза В                      | 2120                | 9,6           |
| Фаза С                      | 4500                | 20,45         |
| Торгово-выставочный зал 002 |                     |               |
| Фаза А                      | 2500                | 11,36         |
| Фаза В                      | 2000                | 9,09          |
| Фаза С                      | 4620                | 21            |
| Торгово-выставочный зал 003 |                     |               |
| Фаза А                      | 3120                | 14,18         |
| Фаза В                      | 4000                | 18,18         |
| Фаза С                      | 3000                | 13,63         |
| Офис 101                    |                     |               |
| Фаза А                      | 3000                | 13,63         |
| Фаза В                      | 6500                | 29,54         |
| Фаза С                      | 4000                | 18            |
| Торгово-выставочный зал 102 |                     |               |
| Фаза А                      | 2000                | 9             |

Продолжение таблицы 2.14

| Помещение | $\Sigma P$ Вт | I A |
|-----------|---------------|-----|
| Фаза В    | 1500          | 6,8 |
| Фаза С    | 2000          | 9   |
| Офис 103  |               |     |
| Фаза А    | 4000          | 18  |
| Фаза В    | 6500          | 29  |
| Фаза С    | 4000          | 18  |

Таблица 2.15– расчет силовой нагрузки ВРУ цокольного и первого этаже

| Линия    | $\Sigma P$ Вт | $I_{расч}$ А | I A   |
|----------|---------------|--------------|-------|
| ЩС1-ВРУ2 | 8120          | 12,35        | 20,45 |
| ЩС2-ВРУ2 | 9120          | 13,87        | 21    |
| ЩС3-ВРУ2 | 10120         | 15,39        | 18,18 |
| ЩС4-ВРУ2 | 13500         | 20,54        | 29,54 |
| ЩС5-ВРУ2 | 5500          | 8,37         | 9     |
| ЩС6-ВРУ2 | 14500         | 22,06        | 29    |

Расчет нагрузки квартир [14]

На один Этаж приходит 8 квартир, на один щиток приходят квартиры с 2-6 этажа, на второй с 7-12 этаж

$$P_{\text{плит}} = 8 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{кв}} * P_{\text{осв.уд}} \quad (2.16)$$

где,  $S_{\text{кв}}$  – площадь квартиры

$$P_{\text{осв.уд}} = 30 \text{ Вт (для 40 квартир)}$$

$$P_{\text{роз}} = K_o * K_c * N * P_p \quad (2.17)$$

где,  $K_o$  – коэффициент одновременности ( $K_o = 1$ )

$K_c$  – коэффициент ( $K_c = 0,75$ )

$N$  – число квартир

$P_p$  – мощность розетки, кВт

$$P_{роз} = 1 * 0,75 * 8 * 0,5 = 3 \text{ кВт}$$

Произведем расчет нагрузок квартир и занесем данные в таблицу

Таблица 2.16– расчетная нагрузка квартир одного этажа (2-6 этаж)

| Квартира | S , м2 | Росв уд , кВт | Росв , кВт | Р плит | Рроз | Росв      | Р кв, кВт |
|----------|--------|---------------|------------|--------|------|-----------|-----------|
| 1А1      | 30,10  | 0,030         | 0,90       | 8      | 5,4  | 0,90      | 14,303    |
| 1А1      | 30,10  | 0,030         | 0,90       | 8      | 5,4  | 0,90      | 14,303    |
| 1Б1      | 28,90  | 0,030         | 0,87       | 8      | 5,4  | 0,87      | 14,267    |
| 1Б1      | 28,90  | 0,030         | 0,87       | 8      | 5,4  | 0,87      | 14,267    |
| 1В1      | 26,00  | 0,030         | 0,78       | 8      | 5,4  | 0,78      | 14,18     |
| 1В2      | 26,00  | 0,030         | 0,78       | 8      | 5,4  | 0,78      | 14,18     |
| 3А       | 89,70  | 0,030         | 2,69       | 8      | 5,4  | 2,69      | 16,091    |
| 3А       | 89,70  | 0,030         | 2,69       | 8      | 5,4  | 2,69      | 16,091    |
|          |        |               |            |        |      | ΣР кв кВт | 117,682   |

Общая нагрузка квартир с 2-6 этаж находится

$$P_{ЭТ\text{ кв}} = \sum P_{\text{кв}} * K_o * K_c * N \quad (2.18)$$

где,  $K_o$  – коэффициент одновременности ( $K_o = 0,2$ )

$K_c$  – коэффициент ( $K_c = 0,7$ )

$N$  – число этажей;

$\sum P$  – мощность нагрузки одного этажа, кВт

$$P_{ЭТ\text{ кв}} = 117,682 * 0,2 * 0,7 * 5 = 82,37 \text{ кВт}$$

Аналогично найдем нагрузку для 7-12 этажей

$$P_{\text{осв.уд}} = 20 \text{ Вт (для 48 квартир)}$$

Таблица 2.17– расчетная нагрузка квартир одного этажа (7-12 этаж)

| Квартира | S , м2 | Росв уд , кВт | Росв , кВт | Р плит | Рроз | Росв  | Р кв, кВт |
|----------|--------|---------------|------------|--------|------|-------|-----------|
| 1А2      | 47,30  | 0,02          | 0,95       | 8      | 5,4  | 0,95  | 14,346    |
| 1А2      | 47,30  | 0,02          | 0,95       | 8      | 5,4  | 0,95  | 14,346    |
| 1Б2      | 30,50  | 0,02          | 0,61       | 8      | 5,4  | 0,61  | 14,01     |
| 1Б2      | 30,50  | 0,02          | 0,61       | 8      | 5,4  | 0,61  | 14,01     |
| 1В1      | 26,00  | 0,02          | 0,52       | 8      | 5,4  | 0,52  | 13,92     |
| 1В2      | 26,00  | 0,02          | 0,52       | 8      | 5,4  | 0,52  | 13,92     |
| 2А       | 71,10  | 0,02          | 1,42       | 8      | 5,4  | 1,42  | 14,822    |
| 2А       | 71,10  | 0,02          | 1,42       | 8      | 5,4  | 1,42  | 14,822    |
|          |        |               |            |        |      | ΣР кв | 114,196   |

Общая нагрузка квартир с 7-12 этаж находится

$$P_{\text{эт кв}} = 114,196 * 0,2 * 0,7 * 6 = 92,92 \text{ кВт}$$

## 2.6 Распределение несимметричной электрической нагрузки по фазам

В силовых щитах и щитах освещения первого и цокольного этажей вся нагрузка разбита на три отходящих линии. Квартиры запитаны от этажных щитков, по 8 квартир на этаж.

Таблица 2.18– Распределение несимметричной электрической нагрузки щитков освещения цокольного и первого этажей

| линия     | Ррасч, Вт | фаза |
|-----------|-----------|------|
| ЩО1-(001) | 118       | А    |
| ЩО1-(001) | 168       | В    |
| ЩО1-(001) | 252       | С    |
| ЩО2-(002) | 180       | А    |
| ЩО2-(002) | 150       | В    |
| ЩО2-(002) | 258       | С    |
| ЩО3-(003) | 284       | А    |
| ЩО3-(003) | 140       | В    |
| ЩО3-(003) | 109       | С    |

Продолжение таблицы 2.18

| линия     | Ррасч, Вт | фаза |
|-----------|-----------|------|
| ЩО4-(101) | 325       | А    |
| ЩО4-(101) | 252       | В    |
| ЩО4-(101) | 360       | С    |
| ЩО5-(102) | 180       | А    |
| ЩО5-(102) | 149       | В    |
| ЩО5-(102) | 144       | С    |
| ЩО6-(103) | 360       | А    |
| ЩО6-(103) | 293       | В    |
| ЩО6-(103) | 360       | С    |

$$P_{\Sigma A} = 1447 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma B} = 1152 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma C} = 1483 \text{ Вт}$$

Таблица 2.19– Распределение несимметричной электрической нагрузки силовых щитов цокольного и первого этажей

| линия      | Ррасч, Вт | фаза |
|------------|-----------|------|
| ЩС1- (001) | 1500      | А    |
| ЩС1- (001) | 2120      | В    |
| ЩС1- (001) | 4500      | С    |
| ЩС2-(002)  | 2500      | А    |
| ЩС2-(002)  | 2000      | В    |
| ЩС2-(002)  | 4620      | С    |
| ЩС3-(003)  | 3120      | А    |
| ЩС3-(003)  | 4000      | В    |
| ЩС3-(003)  | 3000      | С    |
| ЩС4- (101) | 3000      | А    |
| ЩС4- (101) | 6500      | В    |
| ЩС4- (101) | 4000      | С    |
| ЩС5-(102)  | 2000      | А    |
| ЩС5-(102)  | 1500      | В    |
| ЩС5-(102)  | 2000      | С    |
| ЩС6- (103) | 4000      | А    |
| ЩС6- (103) | 6500      | В    |
| ЩС6- (103) | 4000      | С    |

$$P_{\Sigma A} = 16,12 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma B} = 22,62 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma C} = 22,12 \text{ кВт}$$

**Таблица 2.20– Распределение несимметричной электрической нагрузки  
этажных щитков**

| Этаж | Фаза А(№кв)   | Фаза А ( $\Sigma P$ ,<br>кВт) | Фаза Б(№кв)   | Фаза Б ( $\Sigma P$ ,<br>кВт) | Фаза С (№кв)  | Фаза С ( $\Sigma P$ ,<br>кВт) |
|------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| 2    | 1А1, 1А1, 1Б1 | 42,873                        | 1Б1, 1Б1, 1Б2 | 42,627                        | 3А,3А         | 32,182                        |
| 3    | 3А, 3А, 1А1   | 46,485                        | 1А1, 1Б1      | 28,57                         | 1Б1, 1Б1, 1Б2 | 42,627                        |
| 4    | 1Б1, 1Б1      | 28,447                        | 1Б2, 3А, 3А   | 46,362                        | 1А1, 1А1, 1Б1 | 42,873                        |
| 5    | 1Б2, 3А, 1Б1  | 44,538                        | 3А, 1А1, 1А1  | 44,697                        | 1Б1, 1Б1      | 28,447                        |
| 6    | 1Б1, 1Б1, 1Б2 | 42,627                        | 3А, 1Б1       | 30,358                        | 3А, 1А1, 1А1  | 44,697                        |
| 7    | 1А2, 1А2      | 28,692                        | 1Б2, 1Б1, 1Б2 | 41,85                         | 2А, 2А, 1Б2   | 43,654                        |
| 8    | 2А, 2А, 1Б2   | 43,654                        | 1А2, 1А2, 1Б2 | 42,702                        | 1Б1, 1Б2      | 27,84                         |
| 9    | 1Б1, 1Б2, 2А  | 42,662                        | 1А2, 1Б2      | 28,356                        | 2А, 1Б2, 1А2  | 43,178                        |
| 10   | 1Б1, 2А       | 28,742                        | 1Б2, 2А, 1А2  | 43,088                        | 1А2, 1Б2, 1Б2 | 42,366                        |
| 11   | 1Б1, 1А2, 1Б2 | 42,276                        | 1Б2, 1А2, 1Б2 | 42,276                        | 2А, 2А        | 29,644                        |
| 12   | 2А, 1Б1, 1А2  | 43,088                        | 2А, 1А2       | 29,168                        | 1Б2, 1Б2, 1Б2 | 41,94                         |

$$P_{\Sigma A} = 432 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma B} = 420 \text{ кВт}$$

$$P_{\Sigma C} = 419,44 \text{ кВт}$$

## **2.7 Расчет нагрузки потребителей I категории и выбор ВРУ с АВР**

Потребители I категории – это группа электроприемников в которых отсутствие питания недопустимо, так как при его отсутствии создается опасность человеческой жизни

Поэтому в данной группе включается бесперебойное питание от двух независимых источников, когда автоматическое переключение с одной шины на другую ведется в считанные доли секунд.

Потребители I категории распределены на отдельные ВРУ с АВР для жилой и нежилой зоны

Таблица 2.21– Расчет нагрузки потребителей I категории нежилой зоны

| Наименование                                      | Марка            | P, кВт |
|---|------------------|--------|
| Освещение лифтового холла                         | Гр.А 1           | 0,04   |
| Сумеречный выключатель (фотоэлемент в комплекте)  | Гр.А 2           | 0,1    |
| Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №001 | ЩАО 1 - Н        | 0,3    |
| Аварийное освещение Офис №101                     | ЩАО 4 - Н        | 0,3    |
| Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №002 | ЩАО 2 - Н        | 0,3    |
| Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №102 | ЩАО 5 - Н        | 0,3    |
| Аварийное освещение Торгово- выставочный зал №003 | ЩАО 3 - Н        | 0,3    |
| Аварийное освещение Офис №103                     | ЩАО 6 - Н        | 0,3    |
| Циркуляционные насосы ИТП                         | Гр.Р             | 0,01   |
|   | НЦ3-Н            | 0,045  |
|   | НЦ4-Н            | 0,045  |
|   | $\Sigma P$ , кВт | 2,04   |

Выбираем ВРУ9-1770УХЛ4 с АВР ВА88-32 3Р 25А 25кА (с счетчиком Меркурий 230 ART-01 (M)CLN (5-60А) [3]

Таблица 2.22– Расчет нагрузки потребителей I категории жилой зоны

| Наименование                                   | Марка            | P, кВт |
|--|------------------|--------|
| лифтовые установки                             | М3               | 12     |
|  | М4               | 12     |
| Аварийное освещение<br>лифтового холла         | Гр.А1            | 0,75   |
|  | Гр.А2            | 0,75   |
| Аварийное освещение<br>подвала и первого этажа | Гр.А3            | 0,2    |
| Освещение входа указателя<br>дома              | Гр.А4            | 0,2    |
| Пожарная сигнализация                          | ПКП-Н            | 0,01   |
| Пожарная вентиляция                            | ЩПВ-Н1           | 6,3    |
| Подъёмник для инвалидов                        | Гр.А5            | 0,75   |
| Циркуляционные насосы<br>ИТП                   | НЦ-Н1            | 0,23   |
|  | НЦ-Н2            | 0,23   |
|  | Гр.Р3            | 0,01   |
|  | $\Sigma P$ , кВт | 33,43  |

Выбираем ВРУ9-1770УХЛ4 с АВР ВА88-32 3Р 63А 25кА с счетчиком Меркурий 230 ART-01 (M)CLN (5-60А) [3]

### 3 Практическая часть. Проектирование электроснабжения жилого дома

#### 3.1 Выбор коммутационных аппаратов

Среди технических средств обеспечения электробезопасности наиболее эффективными являются устройства защитного отключения (УЗО). Их электрозащитная функция осуществляется путем ограничения длительности протекания электрического тока через человека, попавшего под напряжение, за счет быстрого (сотые доли секунды) отключения электроустановки.



Существует довольно много принципов действия УЗО, среди которых наибольшее признание получили устройства, реагирующие на токи утечки. К неоспоримым достоинствам таких УЗО относится способность защитить человека не только от прикосновений к металлическим корпусам оборудования, оказавшимся под напряжением (косвенное прикосновение), но и от прикосновений к токоведущим частям (прямое прикосновение). Этим УЗО, реагирующие на токи утечки, выгодно отличаются от широко применяемых защитного заземления, зануления и выравнивания потенциалов, которые по своему принципу действия не могут защитить от прямых прикосновений. Кроме того, такие УЗО выполняют еще одну важную функцию защиту электроустановок от возгораний, первопричиной которых являются токи утечки, вызванные ухудшением изоляции.

Автомат выбирается исходя из тока линии, на данном объекте используются автоматы с (5, 16, 25, 32, 40, 100, 160 А) ток расцепителя для однофазной нагрузки в три раза больше номинального тока автомата, для трехфазной нагрузки в пять раз больше [23]

Таблица 3.1– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ1 жилые помещения

| № Линии                           | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | In.а, А | Ipасц, А | хар-ка автомата |
|-----------------------------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории) |        |       |              |         |          |                 |
| (2-6)этаж                         |        |       |              |         |          |                 |
| Квартирные автоматы               |        |       |              |         |          |                 |
| ЩЭ2-1А1                           | 14000  | 63,64 | ВА47-29      | 100     | 300      | В               |
| Щ1А1-1А1(П)                       | 8000   | 36,36 | ВА47-29      | 40      | 120      | В               |
| Щ1А1-1А1(Р)                       | 5400   | 24,55 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Щ1А1-1А1(О)                       | 900    | 4,09  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩЭ2-1Б1                           | 14000  | 63,64 | ВА47-29      | 100     | 300      | В               |
| Щ1Б1-1Б1(П)                       | 8000   | 36,36 | ВА47-29      | 40      | 120      | В               |
| Щ1Б1-1А1(Р)                       | 5400   | 24,55 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Щ1Б1-1Б1(О)                       | 870    | 3,95  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩЭ2-1В1                           | 14000  | 63,64 | ВА47-29      | 100     | 300      | В               |
| Щ1В1-1В1(П)                       | 8000   | 36,36 | ВА47-29      | 40      | 120      | В               |

Продолжение таблицы 3.1

| № Линии                           | Рр, Вт | Ip, А  | Тип автомата | Ин.а, А | Ipасц, А | хар-ка автомата |
|-----------------------------------|--------|--------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории) |        |        |              |         |          |                 |
| (2-6)этаж                         |        |        |              |         |          |                 |
| Квартирные автоматы               |        |        |              |         |          |                 |
| Щ1В1-1В1(Р)                       | 5400   | 24,55  | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Щ1В1-1В1(О)                       | 780    | 3,55   | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩЭ2-1В2                           | 14000  | 63,64  | ВА47-29      | 100     | 300      | В               |
| Щ1В2-1В2(П)                       | 8000   | 36,36  | ВА47-29      | 40      | 120      | В               |
| Щ1В2-1В2(Р)                       | 5400   | 24,55  | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Щ1В2-1В2(О)                       | 780    | 3,55   | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩЭ2-3А                            | 16000  | 72,73  | ВА47-29      | 100     | 300      | В               |
| Щ3А-3А(П)                         | 8000   | 36,36  | ВА47-29      | 40      | 120      | В               |
| Щ3А-3А(Р)                         | 5400   | 24,55  | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Щ3А-3А(О)                         | 2690   | 12,23  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| этажные автоматы                  |        |        |              |         |          |                 |
| ВРУ1-М1                           | 83000  | 126,25 | ВА47-30      | 160     | 800      | С               |

Для этажей 7-12 будут применяться автоматы аналогичные тем, которые установлены на 2-6 этажах

Таблица 3.2– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ1 потребители II и III категории)

| № Линии                                       | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ipасц, А | хар-ка автомата |
|---|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)             |        |       |              |         |          |                 |
| Освещение тех помещений(цоколь и первый этаж) |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО(0)-А(004)                                  | 48     | 0,22  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО(0)-В(004)                                  | 90     | 0,41  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО(0)-С(004)                                  | 78     | 0,35  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО(0)-А(104)                                  | 25     | 0,11  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1- ЩО(0)                                   | 241    | 1,09  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Освещение коридора для квартир                |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ1-Гр.1                                     | 1410   | 6,41  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| Розетки для уборочных машин                   |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ1-Гр.р1                                    | 120    | 0,55  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Домофон                                       |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ1-Гр.4                                     | 570    | 2,59  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |

Таблица 3.3– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ1.2 потребители I категории)

| № Линии                       | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ірасц, А | хар-ка автомата |
|-------------------------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ВРУ1(потребители 1 категории) |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ1.2-М3                     | 12000  | 24,34 | ВА47-29      | 25      | 250      | С               |
| ВРУ1.2-М4                     | 12000  | 24,34 | ВА47-29      | 25      | 250      | С               |
| ВРУ1.2-Гр.А1                  | 750    | 3,41  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-Гр.А2                  | 750    | 3,41  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-Гр.А3                  | 200    | 0,91  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-Гр.А4                  | 200    | 0,91  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-ПКП-Н                  | 10     | 0,05  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-ЩПВН1                  | 6300   | 28,64 | ВА47-29      | 32      | 96       | В               |
| ВРУ1.2-Гр.А5                  | 750    | 3,41  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ1.2-НЦН1                   | 230    | 0,35  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ВРУ1.2-НЦН2                   | 230    | 0,35  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ВРУ1.2-Гр.Р3                  | 10     | 0,05  | ВА47-29      | 5       | 6        | В               |

Таблица 3.4– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ2 силовых щитов и щитов освещения офисных помещений)

| № Линии        | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ірасц, А | хар-ка автомата |
|----------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| Щиты освещения |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО1            |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО1-А(001)     | 118    | 0,53  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО1-В(001)     | 168    | 0,78  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО1-С(001)     | 252    | 1,14  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной        | 538    | 1,14  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ЩО2            |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО2-А(002)     | 180    | 0,8   | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО2-В(002)     | 150    | 0,68  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО2-С(002)     | 258    | 1,17  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной        | 588    | 1,17  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |

Продолжение таблицы 3.4

| № Линии      | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | In.а, А | Ipасц, А | хар-ка автомата |
|--------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ЩО 3         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО3-А(003)   | 284    | 1,29  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО3-В(003)   | 140    | 0,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО3-С(003)   | 109    | 0,49  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной      | 533    | 1,29  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ЩО 4         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО4-А(101)   | 325    | 1,47  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО4-В(101)   | 252    | 1,14  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО4-С(101)   | 360    | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной      | 937    | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ЩО 5         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО5-А(102)   | 180    | 0,81  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО5-В(102)   | 149    | 0,67  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО5-С(102)   | 144    | 0,65  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной      | 473    | 0,81  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ЩО 6         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩО6-А(103)   | 360    | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО6-В(103)   | 293    | 1,33  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ЩО6-С(103)   | 360    | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| Вводной      | 1013   | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| Силовые щиты |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС 1         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС1-А(001)   | 1500   | 6,8   | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС1-В(001)   | 2120   | 9,6   | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС1-С(001)   | 4500   | 20,45 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Вводной      | 8120   | 20,45 | ВА47-29      | 25      | 125      | С               |
| ЩС 2         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС2-А(002)   | 2500   | 11,36 | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС2-В(002)   | 2000   | 9,09  | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС2-С(002)   | 4620   | 21    | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Вводной      | 9120   | 21    | ВА47-29      | 25      | 125      | С               |
| ЩС 3         |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС3-А(003)   | 3120   | 14,18 | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |

Продолжение таблицы 3.4

| № Линии    | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ирасц, А | хар-ка автомата |
|------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ЩС3-В(003) | 4000   | 18,18 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| ЩС3-С(003) | 3000   | 13,63 | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| Вводной    | 10120  | 18,18 | ВА47-29      | 25      | 125      | С               |
| ЩС 4       |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС4-А(101) | 3000   | 13,63 | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС4-В(101) | 6500   | 29,54 | ВА47-29      | 32      | 96       | В               |
| ЩС4-С(101) | 4000   | 18    | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Вводной    | 13500  | 29,54 | ВА47-29      | 32      | 160      | С               |
| ЩС 5       |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС5-А(102) | 2000   | 9     | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС5-В(102) | 1500   | 6,8   | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ЩС5-С(102) | 2000   | 9     | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| Вводной    | 5500   | 9     | ВА47-29      | 16      | 80       | С               |
| ЩС 6       |        |       |              |         |          |                 |
| ЩС6-А(103) | 4000   | 18    | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| ЩС6-В(103) | 6500   | 29    | ВА47-29      | 32      | 96       | В               |
| ЩС6-С(103) | 4000   | 18    | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| Вводной    | 14500  | 29    | ВА47-29      | 32      | 160      | С               |
| ВРУ 2.1    |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ2-ЩО1   | 542    | 1,14  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩО2   | 594    | 1,17  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩО3   | 542    | 1,29  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩО4   | 982    | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩО5   | 518    | 0,81  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩО6   | 1058   | 1,63  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2-ЩС1   | 8120   | 20,45 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| ВРУ2-ЩС2   | 9120   | 21    | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| ВРУ2-ЩС3   | 10120  | 18,18 | ВА47-29      | 25      | 75       | В               |
| ВРУ2-ЩС4   | 13500  | 29,54 | ВА47-29      | 32      | 96       | В               |
| ВРУ2-ЩС5   | 5500   | 9     | ВА47-29      | 16      | 48       | В               |
| ВРУ2-ЩС6   | 14500  | 29    | ВА47-29      | 32      | 96       | В               |

**Таблица 3.5– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ2.2 потребители I категории)**

| № Линии                         | Рр, Вт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ирасц, А | хар-ка автомата |
|---------------------------------|--------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ВРУ 2 (потребители I категории) |        |       |              |         |          |                 |
| ВРУ2.2-Гр.А 1                   | 40     | 0,18  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-Гр.А 2                   | 100    | 0,45  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО1                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО2                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО3                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО4                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО5                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-ЩАО6                     | 300    | 1,36  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-Гр.Р                     | 10     | 0,05  | ВА47-29      | 5       | 15       | В               |
| ВРУ2.2-НЦ3-Н                    | 45     | 0,07  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |
| ВРУ2.2-НЦ4-Н                    | 45     | 0,07  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |

**Таблица 3.6– Выбор коммутационных аппаратов ВРУ**

| № Линии   | Рр, кВт | Ip, А | Тип автомата | Ин.а, А | Ирасц, А | хар-ка автомата |
|-----------|---------|-------|--------------|---------|----------|-----------------|
| ТП-ВРУ1   | 142,38  | 228,3 | ВА47-29      | 250     | 1250     | С               |
| ТП-ВРУ2   | 29,19   | 41,23 | ВА47-29      | 63      | 315      | С               |
| ТП-ВРУ1.2 | 33,43   | 53,61 | ВА47-29      | 63      | 315      | С               |
| ТП-ВРУ2.2 | 32,04   | 3,27  | ВА47-29      | 5       | 25       | С               |

### **3.2 Выбор кабельно-проводниковой продукции**

Выбор кабеля осуществляется исходя из выбранного коммутационного аппарата. Допустимый ток кабеля должен быть выше, чем номинальный ток автомата [24]

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{н.а}} * 1,45 \quad (3.1)$$

Если сечение будет меньше, то это приведет к перегреванию проводов, что в свою очередь может привести к разрушению изоляции, короткому замыканию, а также к пожарам.

Для однофазной линии выбираем кабель с тремя жилами, для трехфазной линии с пятью жилами.

Выбранные сечения будут приведены в таблице

Таблица 3.7– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ1 жилые помещения

| № Линии                           | Тип автомата | И.а, А | И.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|-----------------------------------|--------------|--------|-------------|---------------------|---------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории) |              |        |             |                     |         |
| (2-6)этаж                         |              |        |             |                     |         |
| Квартирные автоматы               |              |        |             |                     |         |
| ЩЭ2-1А1                           | ВА47-29      | 100    | 145         | ВВГ3х50             | 175     |
| Щ1А1-1А1(П)                       | ВА47-29      | 40     | 58          | ВВГ3х10             | 70      |
| Щ1А1-1А1(Р)                       | ВА47-29      | 25     | 36,25       | ВВГ3х4              | 38      |
| Щ1А1-1А1(О)                       | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩЭ2-1Б1                           | ВА47-29      | 100    | 145         | ВВГ3х50             | 175     |
| Щ1Б1-1Б1(П)                       | ВА47-29      | 40     | 58          | ВВГ3х10             | 70      |
| Щ1Б1-1А1(Р)                       | ВА47-29      | 25     | 36,25       | ВВГ3х4              | 38      |
| Щ1Б1-1Б1(О)                       | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩЭ2-1В1                           | ВА47-29      | 100    | 145         | ВВГ3х50             | 175     |
| Щ1В1-1В1(П)                       | ВА47-29      | 40     | 58          | ВВГ3х10             | 70      |
| Щ1В1-1В1(Р)                       | ВА47-29      | 25     | 36,25       | ВВГ3х4              | 38      |
| Щ1В1-1В1(О)                       | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩЭ2-1В2                           | ВА47-29      | 100    | 145         | ВВГ3х50             | 175     |
| Щ1В2-1В2(П)                       | ВА47-29      | 40     | 58          | ВВГ3х10             | 70      |
| Щ1В2-1В2(Р)                       | ВА47-29      | 25     | 36,25       | ВВГ3х4              | 38      |
| Щ1В2-1В2(О)                       | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩЭ2-3А                            | ВА47-29      | 100    | 145         | ВВГ3х50             | 175     |

Продолжение таблицы 3.7

| № Линии                           | Тип автомата | И.а, А | И.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|-----------------------------------|--------------|--------|-------------|---------------------|---------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории) |              |        |             |                     |         |
| (2-6)этаж                         |              |        |             |                     |         |
| Квартирные автоматы               |              |        |             |                     |         |
| Щ3А-3А(П)                         | ВА47-29      | 40     | 58          | ВВГ3х10             | 70      |
| Щ3А-3А(Р)                         | ВА47-29      | 25     | 36,25       | ВВГ3х4              | 38      |
| Щ3А-3А(О)                         | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| этажные автоматы                  |              |        |             |                     |         |
| ВРУ1-М1                           | ВА47-29      | 160    | 232         | ВВГ5х120            | 260     |

На этажах 7-12 будут применяться сечения, аналогичные установленным на 2-6 этажах

Таблица 3.8– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ1  
(потребители II и III категории)

| № Линии                                       | Тип автомата | И.а, А | И.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|---|--------------|--------|-------------|---------------------|---------|
| ВРУ1(потребители 2 и 3 категории)             |              |        |             |                     |         |
| Освещение тех помещений(цоколь и первый этаж) |              |        |             |                     |         |
| ЩО(0)-А(004)                                  | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО(0)-В(004)                                  | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО(0)-С(004)                                  | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО(0)-А(104)                                  | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1- ЩО(0)                                   | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Освещение коридора для квартир                |              |        |             |                     |         |
| ВРУ1-Гр.1                                     | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |
| Розетки для уборочных машин                   |              |        |             |                     |         |
| ВРУ1-Гр.р1                                    | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Домофон                                       |              |        |             |                     |         |
| ВРУ1-Гр.4                                     | ВА47-29      | 16     | 23,2        | ВВГ3х2,5            | 27      |



Таблица 3.9– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ1.2 потребители I категории)

| № Линии                       | Тип автомата | Ин.а, А | Ин.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|-------------------------------|--------------|---------|--------------|---------------------|---------|
| ВРУ1(потребители 1 категории) |              |         |              |                     |         |
| ВРУ1.2-М3                     | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ВРУ1.2-М4                     | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ВРУ1.2-Гр.А1                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1.2-Гр.А2                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1.2-Гр.А3                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1-Гр.А4                    | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1.2-ПКП-Н                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1.2-ЩПВН1                  | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ3х10             | 70      |
| ВРУ1.2-Гр.А5                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ1.2-НЦН1                   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ1.2-НЦН2                   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ1.2-Гр.Р3                  | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |

Таблица 3.10– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ2 силовых щитов и щитов освещения офисных помещений)

| № Линии        | Тип автомата | Ин.а, А | Ин.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|----------------|--------------|---------|--------------|---------------------|---------|
| Щиты освещения |              |         |              |                     |         |
| ЩО1            |              |         |              |                     |         |
| ЩО1-А(001)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО1-В(001)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО1-С(001)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной        | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ЩО2            |              |         |              |                     |         |
| ЩО2-А(002)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО2-В(002)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО2-С(002)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной        | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ЩО 3           |              |         |              |                     |         |
| ЩО3-А(003)     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |

Продолжение таблицы 3.10

| № Линии      | Тип автомата | Ин.а, А | Ин.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|--------------|--------------|---------|--------------|---------------------|---------|
| ЩОЗ-В(003)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩОЗ-С(003)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной      | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ЩО 4         |              |         |              |                     |         |
| ЩО4-А(101)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО4-В(101)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО4-С(101)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной      | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ЩО 5         |              |         |              |                     |         |
| ЩО5-А(102)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО5-В(102)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО5-С(102)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной      | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ЩО 6         |              |         |              |                     |         |
| ЩО6-А(103)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО6-В(103)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ЩО6-С(103)   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| Вводной      | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| Силовые щиты |              |         |              |                     |         |
| ЩС 1         |              |         |              |                     |         |
| ЩС1-А(001)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС1-В(001)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС1-С(001)   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| Вводной      | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ЩС 2         |              |         |              |                     |         |
| ЩС2-А(002)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС2-В(002)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС2-С(002)   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| Вводной      | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ЩС 3         |              |         |              |                     |         |
| ЩС3-А(003)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС3-В(003)   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| ЩС3-С(003)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| Вводной      | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ЩС 4         |              |         |              |                     |         |
| ЩС4-А(101)   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС4-В(101)   | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ3х10             | 70      |

Продолжение таблицы 3.10

| № Линии    | Тип автомата | Ин.а, А | Ин.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|------------|--------------|---------|--------------|---------------------|---------|
| ЩС4-С(101) | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| Вводной    | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ5х10             | 50      |
| ЩС 5       |              |         |              |                     |         |
| ЩС5-А(102) | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС5-В(102) | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| ЩС5-С(102) | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ3х2,5            | 27      |
| Вводной    | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ5х2,5            | 25      |
| ЩС 6       |              |         |              |                     |         |
| ЩС6-А(103) | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| ЩС6-В(103) | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ3х10             | 70      |
| ЩС6-С(103) | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ3х4              | 38      |
| Вводной    | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ5х10             | 50      |
| ВРУ 2.1    |              |         |              |                     |         |
| ВРУ2-ЩО1   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩО2   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩО3   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩО4   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩО5   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩО6   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2-ЩС1   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ВРУ2-ЩС2   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ВРУ2-ЩС3   | ВА47-29      | 25      | 36,25        | ВВГ5х6              | 40      |
| ВРУ2-ЩС4   | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ5х10             | 50      |
| ВРУ2-ЩС5   | ВА47-29      | 16      | 23,2         | ВВГ5х2,5            | 30      |
| ВРУ2-ЩС6   | ВА47-29      | 32      | 46,4         | ВВГ5х10             | 50      |

Таблица 3.11– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ2.2 потребители I категории)

| № Линии                         | Тип автомата | Ин.а, А | Ин.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|---------------------------------|--------------|---------|--------------|---------------------|---------|
| ВРУ 2 (потребители I категории) |              |         |              |                     |         |
| ВРУ2.2-Гр.А 1                   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-Гр.А 2                   | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-ЩАО1                     | ВА47-29      | 5       | 7,25         | ВВГ3х1,5            | 19      |

### Продолжение таблицы 3.11

| № Линии                         | Тип автомата | И.а, А | И.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|---------------------------------|--------------|--------|-------------|---------------------|---------|
| ВРУ 2 (потребители 1 категории) |              |        |             |                     |         |
| ВРУ2.2-ЩАО2                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-ЩАО3                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-ЩАО4                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-ЩАО5                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-ЩАО6                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-Гр.Р                     | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ3х1,5            | 19      |
| ВРУ2.2-НЦ3-Н                    | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ5х1,5            | 16      |
| ВРУ2.2-НЦ4-Н                    | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ5х1,5            | 16      |

Таблица 3.12– Выбор кабельно-проводниковой продукции ВРУ2.2  
потребители I категории)

| № Линии   | Тип автомата | И.а, А | И.а, А*1,45 | Тип кабеля(сечение) | Идоп, А |
|-----------|--------------|--------|-------------|---------------------|---------|
| ТП-ВРУ1   | ВА47-29      | 250    | 362,5       | ВВГ5х185            | 400     |
| ТП-ВРУ2   | ВА47-29      | 63     | 91,35       | ВВГ5х35             | 115     |
| ТП-ВРУ1.2 | ВА47-29      | 63     | 91,35       | ВВГ5х35             | 115     |
| ТП-ВРУ2.2 | ВА47-29      | 5      | 7,25        | ВВГ5х1,5            | 16      |

### 3.3 Выбор электрических щитов, счетчиков и прочих электрических устройств

Главной частью электропроводки в любом доме или квартире является электрический щиток. Именно в нем устанавливаются автоматические выключатели, УЗО, дифференциальные автоматы, а также электросчетчики. Кроме того, из электрощитка выполняется разводка проводки по помещениям.

[17]

Таблица 3.13– Выбор распределительных пунктов

| №      | Кол-во, шт | Ip, А  | тип РП              | Количество<br>присоединений<br>СП | Фактическое<br>Количество<br>присоединений |
|--------|------------|--------|---------------------|-----------------------------------|--|
| ВРУ1   | 1          | 263,14 | ВРУ9-11-20УХЛ4      | 7                                 | 5  |
| ВРУ1.2 | 1          | 90,15  | ВРУ9-1770УХЛ4       | 6                                 | 1  |
| ВРУ2   | 1          | 134,84 | ВРУ9-11-10УХЛ4      | 14                                | 12   |
| ВРУ2.2 | 1          | 9      | ВРУ9-1770УХЛ4       | 6                                 | 1  |
| ЩЭ     | 22         | 60     | ЩС-4387 УХЛ4        | 4                                 | 4  |
| ЩО(0)  | 1          | 0,41   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 5  |
| ЩО1    | 1          | 1,14   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩО2    | 1          | 1,17   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩО3    | 1          | 1,29   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩО4    | 1          | 1,63   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩО5    | 1          | 0,81   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩО6    | 1          | 1,63   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС1    | 1          | 20,45  | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС2    | 1          | 21     | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС3    | 1          | 18,18  | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС4    | 1          | 29,54  | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС5    | 1          | 9      | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩС6    | 1          | 29     | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 3  |
| ЩАО1   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |
| ЩАО2   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |
| ЩАО3   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |
| ЩАО4   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |
| ЩАО5   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |
| ЩАО6   | 1          | 1,36   | ПР-8-ВР-1102-21УХЛ3 | 6                                 | 1  |

### Выбор счетчиков

Все счетчики электрической энергии по принципу своего действия подразделяются на электронные и индукционные. Индукционные электросчетчики состоят из двух катушек: катушки напряжения и катушки тока. Магнитное поле катушек вынуждает вращаться диск, который, в свою

очередь, приводит в движение механизм подсчета электроэнергии. Чем выше в сети напряжение и ток, тем интенсивнее вращается диск и быстрее растут показатели электросчетчика.

Для потребителей 1 категории ВРУ 1.2 и ВРУ 2.2 выбран счетчик Меркурий 230 ART-01 (M)CLN (5-60A)

Для каждой квартиры установлен счетчик Меркурий 201.2 (5-60)

На ВРУ 1 выбран счетчик Меркурий 230 ART-03 MCLN(7,5)

На ВРУ 2 выбран счетчик Меркурий 230 ART-03 MCLN(7,5)

### **3.4 Проверка по допустимым потерям напряжения в силовой и осветительных сетях**

Потребитель электрической энергии работает нормально, когда на их зажимы подается напряжение, на которое рассчитан данный ЭП. При передаче электроэнергии по проводам часть напряжения теряется на сопротивлении проводов, в результате чего в конце линии, т.е. у потребителя, напряжение может оказаться ниже напряжения на шинах ПС.

Согласно ПУЭ, для силовых сетей отклонение напряжения от номинального не должно отклоняться более чем на 5 %. [7]

Потери напряжения осветительной сети, %:

$$\Delta U = \frac{M}{K_C * S} \quad (2.13)$$

где, М-момент в линии

$K_C = 12$  (для однофазной линии)

$K_C = 72$  (для трехфазной линии)

s – сечение проводника.

Потери напряжения силовой сети в линиях, %:

$$\Delta U = \frac{I_p * R}{2}$$

где,  $I_p$ -расчетный ток, А

$R$ - сопротивление кабеля, мОм/м

Результаты расчетов занесем в таблицы

Таблица 3.14– Проверка по допустимым напряжениям осветительной сети на щитках цокольного этажа

| Помещение   | М<br>кВт*м | S мм2 | Кс    | $\Delta U$ % | $\Delta U_{доп}$<br>% |
|---|------------|-------|-------|--------------|-----------------------|
| Торгово-выставочный зал 001                               |            |       |       |              |                       |
| Фаза А  | 0,89       | 1,50  | 12,00 | 0,05         | 5,00                  |
| Фаза В  | 2,00       | 1,50  | 12,00 | 0,11         | 5,00                  |
| Фаза С  | 3,50       | 1,50  | 12,00 | 0,19         | 5,00                  |
| Торгово-выставочный зал 002                               |            |       |       |              |                       |
| Фаза А  | 3,70       | 1,50  | 12,00 | 0,21         | 5,00                  |
| Фаза В  | 2,60       | 1,50  | 12,00 | 0,14         | 5,00                  |
| Фаза С  | 2,15       | 1,50  | 12,00 | 0,12         | 5,00                  |
| Торгово-выставочный зал 003                               |            |       |       |              |                       |
| Фаза А  | 4,40       | 1,50  | 12,00 | 0,24         | 5,00                  |
| Фаза В  | 2,97       | 1,50  | 12,00 | 0,17         | 5,00                  |
| Фаза С  | 2,58       | 1,50  | 12,00 | 0,14         | 5,00                  |
| Помещение для инженерного оборудования и инженерных сетей |            |       |       |              |                       |
| Фаза А  | 1,13       | 1,50  | 12,00 | 0,06         | 5,00                  |
| Фаза В  | 1,27       | 1,50  | 12,00 | 0,07         | 5,00                  |
| Фаза С  | 0,77       | 1,50  | 12,00 | 0,04         | 5,00                  |

Таблица 3.15– Проверка по допустимым напряжениям осветительной  
сети цокольного этажа на ВРУ

| Линия    | L м   | M кВт*м | S мм2 | Kс    | $\Delta U$ % | $\Delta U_{\text{доп}}$ % |
|----------|-------|---------|-------|-------|--------------|---------------------------|
| ЩС1-ВРУ2 | 20,00 | 10,84   | 1,50  | 72,00 | 0,10         | 5,00                      |
| ЩС2-ВРУ2 | 25,75 | 15,30   | 1,50  | 72,00 | 0,14         | 5,00                      |
| ЩС3-ВРУ2 | 22,50 | 12,20   | 1,50  | 72,00 | 0,11         | 5,00                      |
| ЩУ1-ВРУ1 | 5,80  | 1,25    | 1,50  | 72,00 | 0,01         | 5,00                      |

Таблица 3.16– Проверка по допустимым напряжениям осветительной  
сети на щитках первого этажа

| Помещение                         | M кВт*м | S мм2 | Kс    | $\Delta U$ % | $\Delta U_{\text{доп}}$ % |
|-----------------------------------|---------|-------|-------|--------------|---------------------------|
| Офис 101                          |         |       |       |              |                           |
| Фаза А                            | 3,40    | 1,50  | 12,00 | 0,19         | 5,00                      |
| Фаза В                            | 3,20    | 1,50  | 12,00 | 0,18         | 5,00                      |
| Фаза С                            | 6,10    | 1,50  | 12,00 | 0,34         | 5,00                      |
| Торгово-выставочный зал 102       |         |       |       |              |                           |
| Фаза А                            | 1,98    | 1,50  | 12,00 | 0,11         | 5,00                      |
| Фаза В                            | 2,40    | 1,50  | 12,00 | 0,13         | 5,00                      |
| Фаза С                            | 1,87    | 1,50  | 12,00 | 0,10         | 5,00                      |
| Офис 103                          |         |       |       |              |                           |
| Фаза А                            | 8,70    | 1,50  | 12,00 | 0,48         | 5,00                      |
| Фаза В                            | 7,40    | 1,50  | 12,00 | 0,41         | 5,00                      |
| Фаза С                            | 6,27    | 1,50  | 12,00 | 0,35         | 5,00                      |
| Помещения жилой части блок-секции |         |       |       |              |                           |
| Фаза А                            | 0,17    | 1,50  | 12,00 | 0,01         | 5,00                      |



Таблица 3.17– Проверка по допустимым напряжениям осветительной сети первого этажа на ВРУ

| Линия    | L м   | M<br>кВт*м | S мм2 | Kс | $\Delta U$ % | $\Delta U_{\text{доп}}$ % |
|----------|-------|------------|-------|----|--------------|---------------------------|
| ЩС4-ВРУ2 | 19,18 | 18,83      | 1,5   | 72 | 0,17435      | 5,00                      |
| ЩС5-ВРУ2 | 28,31 | 14,66      | 1,5   | 72 | 0,13574      | 5,00                      |
| ЩС6-ВРУ2 | 25,7  | 27,19      | 1,5   | 72 | 0,25176      | 5,00                      |
| ЩУ1-ВРУ1 | 8,2   | 0,205      | 1,5   | 72 | 0,0019       | 5,00                      |

Таблица 3.18– Проверка по допустимым напряжениям силовой сети на щитках

| Помещение                   | I А   | S мм2 | R мОм/м | $\Delta U$ % | $\Delta U_{\text{доп}}$ % |
|-----------------------------|-------|-------|---------|--------------|---------------------------|
| Торгово-выставочный зал 001 |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 6,80  | 2,50  | 8,00    | 0,03         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 9,60  | 2,50  | 8,00    | 0,04         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 20,45 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Торгово-выставочный зал 002 |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 11,36 | 2,50  | 8,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 9,09  | 2,50  | 8,00    | 0,04         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 21,00 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Торгово-выставочный зал 003 |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 14,18 | 2,50  | 8,00    | 0,06         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 18,18 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 13,63 | 2,50  | 8,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Офис 101                    |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 13,63 | 2,50  | 8,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 29,54 | 10,00 | 2,00    | 0,03         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 18,00 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Торгово-выставочный зал 102 |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 9,00  | 2,50  | 8,00    | 0,04         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 6,80  | 2,50  | 8,00    | 0,03         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 9,00  | 2,50  | 8,00    | 0,04         | 5,00                      |
| Офис 103                    |       |       |         |              |                           |
| Фаза А                      | 18,00 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |
| Фаза В                      | 29,00 | 10,00 | 2,00    | 0,03         | 5,00                      |
| Фаза С                      | 18,00 | 4,00  | 5,00    | 0,05         | 5,00                      |

**Таблица 3.19– Проверка по допустимым напряжениям силовой сети на ВРУ**

| Линия    | I А   | S мм2 | R<br>мОм/м | $\Delta U$ , % | $\Delta U_{\text{доп}}$ % |
|----------|-------|-------|------------|----------------|---------------------------|
| ЩС1-ВРУ2 | 20,45 | 4     | 5          | 0,1            | 5                         |
| ЩС2-ВРУ2 | 21    | 4     | 5          | 0,105          | 5                         |
| ЩС3-ВРУ2 | 18,18 | 4     | 5          | 0,09           | 5                         |
| ЩС4-ВРУ2 | 29,54 | 10    | 2          | 0,05           | 5                         |
| ЩС5-ВРУ2 | 9     | 2,5   | 8          | 0,072          | 5                         |
| ЩС6-ВРУ2 | 29    | 10    | 2          | 0,058          | 5                         |

### **3.5 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования**

Основной причиной нарушения нормального режима работы системы электроснабжения является возникновение в сети или в элементах электрооборудования короткого замыкания, вследствие повреждения изоляции или неправильных действий обслуживающего персонала. Для снижения ущерба, обусловленного выходом из строя электрооборудования при протекании токов КЗ, а также для быстрого восстановления нормального режима работы системы электроснабжения необходимо правильно определять токи КЗ и по ним выбирать электрооборудование, защитную аппаратуру (или же проверить уже выбранную на стойкость к току КЗ). [12]

Для правильного выбора параметров релейной защиты и автоматики в системе электроснабжения наряду с токами трехфазных КЗ необходимо знать токи несимметричных КЗ – в нашем случае однофазные КЗ, для проверки чувствительности автоматов НН к таким КЗ.

Определение токов КЗ начинается с составления схемы замещения. Составим схему замещения для ВРУ:

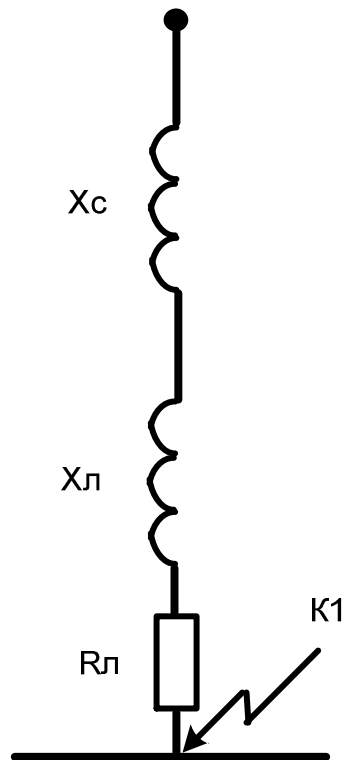


Рисунок 3.1 – схема замещения тока короткого замыкания ВРУ

Рассчитаем трехфазное КЗ и сведем все в таблицу 3.20.

Так же рассчитаем однофазное КЗ и сведем все расчеты в таблицу 3.21

Таблица 3.20 – Расчет трехфазного КЗ

| место    | точка КЗ | Т-р     |         | Линия к ВРУ |            |      |         |         | QF1  |       | QF2   |       | Линия к СП |       |    |         |         |       | QF3   |      | QF4  |       | Линия к ЭП |   |         |         |         |       | Rрез | Хрез | Iкз, кА |
|----------|----------|---------|---------|-------------|------------|------|---------|---------|------|-------|-------|-------|------------|-------|----|---------|---------|-------|-------|------|------|-------|------------|---|---------|---------|---------|-------|------|------|---------|
|          |          | Rт, мОм | Xт, мОм | R0л, мОм/м  | X0л, мОм/м | L, м | Rл, мОм | Xл, мОм | Rq   | Xq    | Rq    | Xq    | R0л        | X0л   | L  | Rл, мОм | Xл, мОм | Rq    | Xq    | Rq   | Xq   | R0л   | X0л        | L | Rл, мОм | Xл, мОм |         |       |      |      |         |
| ВРУ1     | K1       | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 |       |       |            |       |    |         |         |       |       |      |      |       |            |   |         |         | 51,99   | 47,73 | 3,28 |      |         |
| ЭЩ12     | K5       | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,154      | 0,08  | 50 | 7,7     | 4       | 1,72  | 0,95  |      |      |       |            |   |         |         | 63,13   | 53,63 | 2,79 |      |         |
| ЩУ1      | K6       | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 51,65 | 0,186 | 12,3       | 0,126 | 7  | 86,1    | 0,882   | 51,65 | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 241,39  | 48,99 | 0,94 |      |         |
| Гр.1     | K7       | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 10,6  | 0,186 | 7,4        | 0,116 | 45 | 333     | 5,22    | 10,6  | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 406,19  | 53,32 | 0,56 |      |         |
| ЩЭ12-2А  | K15      | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3       | 1,72  | 0,95  | 2,28 | 0,19 | 0,625 | 0,085      | 8 | 5       | 0,68    | 71,21   | 53,50 | 2,60 |      |         |
| Щ2А-2А(Г | K16      | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3       | 1,72  | 0,95  | 16   | 0,19 | 1,84  | 0,099      | 8 | 14,72   | 0,792   | 94,65   | 53,61 | 2,13 |      |         |
| Щ2А-2А(Р | K17      | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3       | 1,72  | 0,95  | 70   | 0,19 | 4,63  | 0,107      | 8 | 37,04   | 0,856   | 170,97  | 53,67 | 1,29 |      |         |
| Щ2А-2А(С | K18      | 1,70    | 8,60    | 0,1         | 0,078      | 500  | 50      | 39      | 0,29 | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3       | 1,72  | 0,95  | 10,6 | 0,19 | 7,4   | 0,116      | 8 | 59,2    | 0,928   | 133,73  | 53,75 | 1,60 |      |         |
| ВРУ2     | K2       | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 |       |       |            |       |    |         |         |       |       |      |      |       |            |   |         |         | 268,26  | 52,79 | 0,85 |      |         |
| ЩС(1-3)  | K8       | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 70    | 0,186 | 4,63       | 0,107 | 15 | 69,45   | 1,605   | 70    | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 477,71  | 54,76 | 0,48 |      |         |
| ЩС(4,6)  | K9       | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 1,84       | 0,099 | 20 | 36,8    | 1,98    | 3,59  | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 312,24  | 55,14 | 0,73 |      |         |
| ЩС(5)    | K10      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 10,6  | 0,186 | 7,4        | 0,116 | 20 | 148     | 2,32    | 10,6  | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 437,46  | 55,48 | 0,52 |      |         |
| ЩС1-Р    | K19      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,87      | 0,373 | 15 | 178,005 | 5,595   | 70    | 0,186 | 7,4  | 0,12 | 42,72 | 0,46       | 6 | 256,32  | 2,76    | 849,99  | 61,63 | 0,27 |      |         |
| ЩС1-2Р   | K20      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,87      | 0,373 | 15 | 178,005 | 5,595   | 70    | 0,186 | 4,63 | 0,11 | 11,87 | 0,373      | 6 | 71,202  | 2,238   | 662,10  | 61,10 | 0,35 |      |         |
| ЩС5-3Р   | K21      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 10,6  | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 20 | 854,4   | 9,2     | 10,6  | 0,186 | 7,4  | 0,12 | 42,72 | 0,46       | 6 | 256,32  | 2,76    | 1407,58 | 65,23 | 0,16 |      |         |
| ЩС4-4Р   | K22      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34    | 3,59  | 0,186 | 7,4  | 0,12 | 42,72 | 0,46       | 6 | 256,32  | 2,76    | 681,56  | 63,37 | 0,34 |      |         |
| ЩС4-5Р   | K23      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34    | 3,59  | 0,186 | 4,63 | 0,11 | 7,12  | 0,367      | 6 | 42,72   | 2,202   | 465,19  | 62,81 | 0,49 |      |         |
| ЩС4-6Р   | K24      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34    | 3,59  | 0,186 | 3,09 | 0,1  | 11,87 | 0,373      | 6 | 71,202  | 2,238   | 492,13  | 62,84 | 0,47 |      |         |
| ВРУ1.2   | K3       | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 |       |       |            |       |    |         |         |       |       |      |      |       |            |   |         |         | 268,26  | 52,79 | 0,85 |      |         |
| ЩПВН1    | K11      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 70    | 0,186 | 3,09       | 0,1   | 50 | 154,5   | 5       | 70    | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 562,76  | 58,16 | 0,41 |      |         |
| МЗ       | K12      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 4,63       | 0,107 | 50 | 231,5   | 5,35    | 3,59  | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 506,94  | 58,51 | 0,45 |      |         |
| ГРА1     | K13      | 1,70    | 8,60    | 0,53        | 0,088      | 500  | 265     | 44      | 1,56 | 0,186 | 51,65 | 0,186 | 12,3       | 0,126 | 50 | 615     | 6,3     | 51,65 | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 986,56  | 59,46 | 0,23 |      |         |
| ВРУ2.2   | K4       | 1,70    | 8,60    | 12,3        | 0,126      | 500  | 6150    | 63      | 51,7 | 0,186 |       |       |            |       |    |         |         |       |       |      |      |       |            |   |         |         | 6203,35 | 71,79 | 0,04 |      |         |
| НЦЗ-Н    | K14      | 1,70    | 8,60    | 12,3        | 0,126      | 500  | 6150    | 63      | 51,7 | 0,186 | 51,65 | 0,186 | 12,3       | 0,126 | 8  | 98,4    | 1,008   | 51,65 | 0,186 |      |      |       |            |   |         |         | 6405,05 | 73,17 | 0,04 |      |         |

Таблица 3.21 – Расчет однофазного КЗ

| место    | очка К | Т-р        |            | Линия к ВРУ   |               |      |            |            | QF1   |       | QF2   |       | Линия к СП |       |    |         |            | QF3   |       | QF4  |       | Линия к ЭП |       |   |            |            | Ррез     | Хрез   | Икз, кА |
|----------|--------|------------|------------|---------------|---------------|------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|----|---------|------------|-------|-------|------|-------|------------|-------|---|------------|------------|----------|--------|---------|
|          |        | Рт,<br>МОм | Хт,<br>МОм | ROл,<br>МОм/м | XOл,<br>МОм/м | L, м | Рл,<br>МОм | Хл,<br>МОм | Rq    | Xq    | Rq    | Xq    | ROл        | XOл   | L  | Рл, МОм | Хл,<br>МОм | Rq    | Xq    | Rq   | Xq    | ROл        | XOл   | L | Рл,<br>МОм | Хл,<br>МОм |          |        |         |
| ВРУ1     | K1     | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 |       |       |            |       |    |         |            |       |       |      |       |            |       |   |            |            | 194,49   | 158,73 | 0,92    |
| ЭЩ12     | K5     | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3          | 1,72  | 0,95  |      |       |            |       |   |            |            | 206,43   | 163,63 | 0,88    |
| ЩУ1      | K6     | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 51,65 | 0,186 | 47,46      | 0,46  | 7  | 332,22  | 3,22       | 51,65 | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 630,01   | 162,32 | 0,36    |
| Гр.1     | K7     | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 10,6  | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 45 | 1922,4  | 20,7       | 10,6  | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 2138,09  | 179,80 | 0,11    |
| ЩЭ12-2А  | K15    | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3          | 1,72  | 0,95  | 2,28 | 0,186 | 1,424      | 0,321 | 8 | 11,39      | 2,568      | 220,10   | 166,39 | 0,84    |
| Щ2А-2А(П | K16    | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3          | 1,72  | 0,95  | 16   | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 8 | 56,96      | 2,936      | 279,39   | 166,75 | 0,71    |
| Щ2А-2А(Р | K17    | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3          | 1,72  | 0,95  | 70   | 0,186 | 17,8       | 0,396 | 8 | 142,4      | 3,168      | 418,83   | 166,99 | 0,51    |
| Щ2А-2А(О | K18    | 1,70       | 8,60       | 0,385         | 0,3           | 500  | 192,5      | 150        | 0,29  | 0,132 | 1,72  | 0,95  | 0,17       | 0,06  | 50 | 8,5     | 3          | 1,72  | 0,95  | 10,6 | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 8 | 341,8      | 3,68       | 558,79   | 167,50 | 0,40    |
| ВРУ2     | K2     | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 |       |       |            |       |    |         |            |       |       |      |       |            |       |   |            |            | 1020,76  | 168,79 | 0,22    |
| ЩС(1-3)  | K8     | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,867     | 0,373 | 15 | 178,005 | 5,595      | 70    | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 1338,77  | 174,75 | 0,17    |
| ЩС(4,6)  | K9     | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34       | 3,59  | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 1170,34  | 176,50 | 0,20    |
| ЩС(5)    | K10    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 10,6  | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 20 | 854,4   | 9,2        | 10,6  | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 1896,36  | 178,36 | 0,12    |
| ЩС1-Р    | K19    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,867     | 0,373 | 15 | 178,005 | 5,595      | 70    | 0,186 | 10,6 | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 6 | 256,3      | 2,76       | 1605,69  | 177,70 | 0,14    |
| ЩС1-2Р   | K20    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,867     | 0,373 | 15 | 178,005 | 5,595      | 70    | 0,186 | 70   | 0,186 | 11,87      | 0,373 | 6 | 71,2       | 2,238      | 1479,97  | 177,18 | 0,16    |
| ЩС5-3Р   | K21    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 10,6  | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 20 | 854,4   | 9,2        | 10,6  | 0,186 | 10,6 | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 6 | 256,3      | 2,76       | 2163,28  | 181,30 | 0,11    |
| ЩС4-4Р   | K22    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34       | 3,59  | 0,186 | 10,6 | 0,186 | 42,72      | 0,46  | 6 | 256,3      | 2,76       | 1437,26  | 179,44 | 0,16    |
| ЩС4-5Р   | K23    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34       | 3,59  | 0,186 | 3,59 | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 6 | 42,72      | 2,202      | 1216,65  | 178,89 | 0,19    |
| ЩС4-6Р   | K24    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 20 | 142,4   | 7,34       | 3,59  | 0,186 | 70   | 0,186 | 11,87      | 0,373 | 6 | 71,2       | 2,238      | 1311,54  | 178,92 | 0,17    |
| ВРУ1.2   | K3     | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 |       |       |            |       |    |         |            |       |       |      |       |            |       |   |            |            | 1020,76  | 168,79 | 0,22    |
| ЩПВН1    | K11    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 70    | 0,186 | 11,867     | 0,373 | 50 | 593,35  | 18,65      | 70    | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 1754,11  | 187,81 | 0,13    |
| МЗ       | K12    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 3,59  | 0,186 | 7,12       | 0,367 | 50 | 356     | 18,35      | 3,59  | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 1383,94  | 187,51 | 0,17    |
| ГРА1     | K13    | 1,70       | 8,60       | 2,035         | 0,32          | 500  | 1017,5     | 160        | 1,56  | 0,186 | 51,65 | 0,186 | 47,46      | 0,46  | 50 | 2373    | 23         | 51,65 | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 3497,06  | 192,16 | 0,07    |
| ВРУ2.2   | K4     | 1,70       | 8,60       | 47,46         | 0,46          | 500  | 23730      | 230        | 51,65 | 0,186 |       |       |            |       |    |         |            |       |       |      |       |            |       |   |            |            | 23783,35 | 238,79 | 0,01    |
| НЦЗ-Н    | K14    | 1,70       | 8,60       | 47,46         | 0,46          | 500  | 23730      | 230        | 51,65 | 0,186 | 51,65 | 0,186 | 47,46      | 0,46  | 8  | 379,68  | 3,68       | 51,65 | 0,186 |      |       |            |       |   |            |            | 24266,33 | 242,84 | 0,01    |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема бакалаврской работы является актуальной для электрообеспечения жилых зданий, тесно связана с вопросами эксплуатации их электрических сетей и отвечает требованиям по энергосбережению в электроэнергетике.

Разработка схемы электроснабжения жилого дома (г. Абакан, ул. Ярыгина, д. 21) выполнена в соответствии со всеми нормами и правилами, техническими условиями.

В данной работе решены следующие задачи:

- собрана информация по дому, выяснено техническое задание, проанализированы технические условия и возможности решения поставленных в них задач, проанализированы нормативные документы;
- произведен расчет электрических нагрузок и спроектирована система электроснабжения жилого дома;
- выбраны коммутационные аппараты и кабельно-проводниковая продукция
- рассчитаны токи короткого замыкания и проверено выбранное основное электрооборудование и защитные аппараты;

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-н/Д: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение жилых и общественных зданий / Э.А. Киреева. – М. 2005. – 206 с.
4. Князевский, Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий : Учеб. для студ. вузов по спец. «Электропривод и автоматизация промышленных установок» / Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. - 3-е изд., перераб. и доп. - / 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1986. – 400 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов / Е. А. Конюхова. – М.: Издательство «Мастерство», 2001. – 188 с.
7. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учебник для студентов высших учебных заведений.– 2-е изд. – М. : Интермет Инжиниринг, 2006. – 672 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011.

9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АООТ ОТК

ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – Режим доступа: [http://snipov.net/c\\_4685\\_snip\\_101847.html](http://snipov.net/c_4685_snip_101847.html)

10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектро-проект, 1993 (2-я редакция). – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/19324/>

11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. - 701 с.

12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 131 с.

13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

14. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2004. – М. : ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2004. – 65 с.

15. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под. ред. Г. М. Кнорринга. – Л., Энергия, 1976.

16. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т 2. Электрооборудование/Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. 592 с.: ил.


17. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.



18. Старкова, Л. Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учебное пособие для вузов / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1987. – 386 с.
19. Филатов И.В., Гурнина Е.В.: Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие/ Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 276 с.
20. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 1980. – 384 с.
21. Шеховцов, В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения. Методическое пособие для курсового проектирования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА–М, 2010. – 214 с.
22. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 9-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
23. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 9-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 696 с.
24. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 640 с.: ил.
25. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 2. Электротехнические устройства и изделия / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 10-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 988 с.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
институт  
«Электроэнергетика»  
кафедра


УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 Г. Н. Чистяков  
подпись      инициалы, фамилия  
« 18 » 06 2019г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»  
код – наименование направления

Электроснабжение многоквартирного жилого дома по адресу г. Абакан,  
ул. Ярыгина, д. 21  
тема


Руководитель

 15.06.19  
подпись, дата

доцент кафедры ЭЭ, к.т.н.  
должность, ученая степень


А.В.Коловский  
инициалы, фамилия

Выпускник

 13.06.2019  
подпись, дата

Р.Р. Сабитов  
инициалы, фамилия

Нормоконтроллер

 15.06.2019г.  
подпись, дата

И.А. Кычакова  
инициалы, фамилия

Абакан 2019